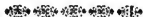
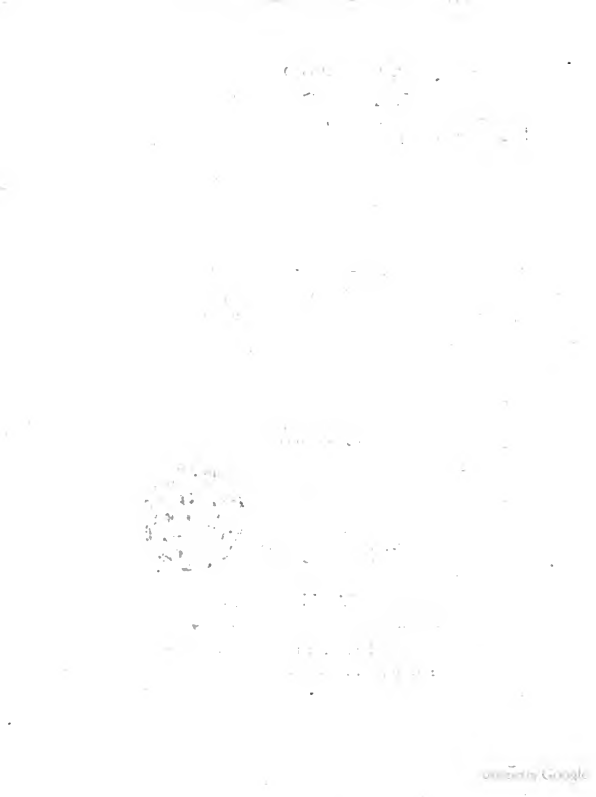
DEL MODO DI REGOLARE I FIUMI, E I TORRENTI, PRINCIPALMENTE DEL BOLOGNESE, E DELLA ROMAGNA,

Libri Tre

DEL P. D. PAOLO FRISI,
CHER. REG. DELLA CONGR. DI S. PAOLO,
PUBBLICO PROFESSORE DI MATEMATICA
NELL'UNIVERSITA' DI PISA,
Dell' Inſtituto delle Scienze di Bologna, dell' Imperiale Accademia di Pietroburgo, e delle Società Reali d' Inghilterra, e di Pruſſia, Corriſpondente della Reale Accademia delle Scienze di Parigi.

Optime rebus mortalium conſuluiſſe naturam, quæ ſua ora fluminibus, ſuos curſus, atque originem, ita fines dederit. Tacitus Lib. I. Annal.

IN LUCCA MDCCLXII.

Per VINCENZO GIUNTINI)(*Con Lic. de' Sup.*
A ſpeſe di GIOVANNI RICCOMINI.

PREFAZIONE.

DOvendo io nel corrente anno ſcolaſtico inſegnare gli Elementi dell' Algebra, e ſcegliere qualche parte delle Matematiche miſte per argomento delle Lezioni pubbliche della noſtra Univerſità, ho voluto trattare del corſo, e delle regole de' Fiumi. L' utilità, e l' importanza della materia non è ſtata la ſola ragione di preferirla a tutte le altre. Ho creduto che la teoria delle acque correnti apparteneſſe in qualche modo particolare allo ſtudio di Piſa, dove il Gran Galileo, il P. Caſtelli, e il Michelini incominciarono a inſegnarla fondatamente, e con metodo, e dove il P. Grandi l' ha poi ridotta al più alto grado di perfezione. Mi è parſo inoltre che queſta ſcienza foſſe quaſi del tutto propria de' Matematici Italiani. Mentre eſſendoſi già gettati in Italia i primi ſemi della Geometria, dell' Algebra, della Meccanica, dell' Ottica, e dell' Aſtronomia, ſono eſſi poi col progreſſo del tempo creſciuti felicemente di là da' Monti, e dal Mare. Tante ſcoperte, che ſi ſono fatte nel calcolo, e intorno alle leggi del moto, e ſopra il ſiſtema de' corpi celeſti, non ſi dividono ſolamente tra la Toſcana, e la Lombardia. Se ne deve una

gran parte alla Francia, all' Alemagna, all' Olanda, e sopra tutto all' Inghilterra, dove l' ingegno, e la fortuna del Sig. Newton oltrepassarono la condizione degli altri uomini di lettere. Ma tutto ciò che risguarda la condotta delle acque, lo stabilimento degli alvei, la direzione, le altezze, e le pendenze de' Fiumi, è quasi interamente proprio dell' Italia. *Les auteurs Italiens se sont distingués dans cette partie*, come scrisse il chiarissimo Sig. d' Alembert, *& c' est principalement à eux qu' on doit le progrès qu' on y a faits*.

Ho raccolto ne' tre libri seguenti ciò che mi è parso di maggior uso. Nel primo libro ho stabilito con diverse sperienze, e osservazioni cosa si debba più verisimilmente pensare intorno alla natura delle materie fluviatili, e come si debbano regolare i Fiumi, e i Torrenti fino a tanto che corrono in ghiaja. Nel secondo ho trattato della maniera di regolare gli alvei vecchj, e delle nuove inalveazioni de' Fiumi, e de' Torrenti, che portano arene, e torbide. Finalmente ho compreso nel terzo libro ciò che appartiene alle velocità, larghezze, altezze, e pendenze delle acque unite, e divise. Ho voluto appoggiare tutte le mie riflessioni principalmente al puro fatto, e al giudizio degli Autori più accreditati, e più esperti, e massime

ſime del Guglielmini, di Euſtachio Manfredi, e del P. Grandi, riſguardando i detti loro non ſolamente come altrettante autorità, che poteſſero favorire le mie opinioni, ma come il riſultato delle oſſervazioni pratiche da eſſi fatte in queſta materia. Ed eſſendo io pure del ſentimento de' tre nominati ſcrittori, e del P. Caſtelli, e del Deſaguliers, e di tant' altri, ch' è troppo imperfetta la ſola pratica, e che non può ſomminiſtrare lumi baſtanti per regolarſi in que' nuovi caſi, ne' quali non concorrano le ſteſſe ſteſſiſſime circoſtanze di qualche caſo già cognito; ho voluto ancora inoltrarmi nelle più ſottili teorie, che non erano abbaſtanza trattate, e ho cercato di portarvi tutta quella o certezza, o probabilità, che ſi può comporre colla complicazione di tanti, e così varj dati fiſici.

Per eſempio colla ſemplice pratica de' livelli ſi può determinare l' andamento de' piani della campagna, l' altezza del fondo de' Fiumi, e la caduta totale da un luogo all' altro: nel che a qual grado di eſattezza ſi poſſa giugnere, non occorre quì eſaminare. Se ne accorgeranno facilmente i Periti confrontando inſieme tra loro le livellazioni fatte, e rifatte diverſe volte, d' una ſimil maniera, e cogl' iſtromenti medeſimi. Nè ſarebbe difficile il calcolare a quali errori poſ-

possano restare soggetti gli ordinarj livelli d'acqua, o per la concavità che forma la superficie dell'acqua in un vaso, o per l'inflessione; e la refrazione de' raggi visuali, o per non potersi distinguere coll'occhio nudo un oggetto, che sottenda un angolo minore d'un mezzo minuto primo. Quì però basterà di accennare, che il Sig. De la Hire, l'anno 1704. negli Atti dell'Accademia di Parigi, avendo proposto un nuovo livello a cannocchiale, che riputava più esatto di tutti gli altri adoperati prima d'allora, non pretese con ciò di portare nelle livellazioni un esattezza maggior di quella di ridurre gli errori a soli 3, o 4 pollici in 1000 tose: *qui est tout ce qu'on peut esperer d'un niveau, puisqu'un objet de cette grosseur à cette distance est entierement couvert par un filet simple de ver à soye.* Ma in fine quando fosse fissato praticamente, e con tutta la maggior precisione, il declive della campagna, e si trattasse di unire insieme più Fiumi, e di assegnare le necessarie pendenze del nuovo fondo; la pura pratica non potrebbe dare altri lumi; bisognerebbe consultar le teorie, e sarebbe questo un segreto riserbato unicamente al Matematico.

Ho voluto applicare tutte le seguenti dottrine particolarmente alle acque del Bolognese, e della Romagna, non solo per esser questa la più

cele-

celebre controversia, che somministrano le acque d'Italia, ma ancora per esservi entrato accidentalmente, quando ritrovandomi in Roma nell' estate dell' anno 1760, e venendomi ingiunto da Personaggi autorevolissimi di distendere qualche Piano, che conciliasse nel miglior modo i vantaggi delle Provincie interessate, ho proposto di raccogliere tutte le acque del Reno, e degli altri Torrenti, negli alvei vecchj del Cavo Benedettino, e del Primaro, continuando il Cavo Benedettino alla Bastìa, e allargando, e arginando il Primaro della Bastìa sino al mare. Nè con ciò ho preteso di farmi il merito di proporre una novità: anzi ho sempre creduto che lo stesso Progetto di accomodare, e rettificare gli alvei vecchj de' Fiumi, fosse naturalmente suggerito a ciascuno dalla stessa constituzione de' Fiumi, e del terreno. Ho pensato solamente di combinare il sollievo del Territorio Bolognese colla sicurezza del Polesine di S. Giorgio, lusingandomi ancora che la Provincia di Romagna, e le Valli di Comacchio non dovessero farvi difficoltà, giacchè in tutto il tratto inferiore il mio Progetto non si scostava da quello, ch' era stato proposto dal Perito di Ravenna, e che per parte delle Valli di Comacchio non aveva sino allora incontrato alcuna opposizione.

Ma

Ma ficcome il Piano di Roma era concepito in termini generali, coll' efpreffa riferva di fiffar poi le cadenti dell'alveo, gli sbocchi degl' influenti, i ricapiti da darfi a fcoli, e il modo, con cui fi poteffe continuare il Cavo Benedettino attraverfo alla Valle di Marmorta, dopo che fi foffero fatte le debite offervazioni fulla faccia del luogo; così mi fono creduto in dovere di pubblicare il dettaglio di tutto il Piano, e con quefta occafione di confrontarlo con alcuni altri Progetti, e maffime con quello, ch' è ftato propofto da un Anonimo, e fopra cui ho detto fin da principio il mio fincero, e immutabile fentimento. Con ciò crederò di avere fodifatto a tutto quello, che mi poteva appartenere. Gli altri potranno poi dire, e fcrivere, e fare tutto ciò che ftimeranno a propofito, ch' io non lafcierò l' Algebra taciturna, e la quiete de' miei piccoli ftudj, per ritornare allo ftrepito d' una queftione, a cui rinunzio interamente. Alla privata curiofità n' è già conceduto abbaftanza. Al pubblico intereffe veramente fi dovrebbe dar tutto. Ma pur troppo fuccede fpeffe volte, come notò il Fontenelle negli elogj del Viviani, e del Guglielmini, che i Progetti concernenti il ben pubblico, reftino nel primo loro effere di femplici Progetti.

del

DEL MODO DI REGOLARE I FIUMI, E I TORRENTI

PRINCIPALMENTE DEL BOLOGNESE, E DELLA ROMAGNA

Libro Primo

De' Fiumi, e de' Torrenti, che corrono in ghiaja

Capitolo Primo

Delle materie, che portano le acque correnti.

E materie, che portano le acque correnti, si riducono principalmente a due classi: altre sono spinte dall' acqua, e senz' alcuna direzione determinata sbalzate irregolarmente sul fondo: altre sono incorporate coll' acqua stessa, e, togliendole la trasparenza, propriamente si chiamano torbide. Non occorre in questo luogo parlare de' galleggianti. Le materie incorporate coll' acqua sono arene sottili, parti terree, ed altre di simile natura, che avendo una gravità specifica poco maggiore di quella dell' acqua, colla violenza del moto si sollevano dal fondo, e colla resistenza, che trovano le loro superficie al discendere, formano un solo corpo coll' acqua, come insegnò il Guglielmini nel Coroll. 6. della Prop. 6. del Cap. 5. del suo Trattato Fisico-Matematico sopra la natura de' Fiumi. Le altre materie,

che non si sogliono incorporare coll'acqua, sono i sassi, le ghiaje, e le arene più grosse: co' quali nomi si distinguono comunemente le materie medesime secondo la loro diversa mole. Il Vocabolario di Torino dell'anno 1599, mettendo *Glarea*, *gravier*, *terra lapillosa*, esprime propriamente ciò che intendiamo colla parola ghiaja, e che molti altri Vocabolarj non spiegano abbastanza mettendo in vece *lapidosa*. E in fatti abbiamo nel Dizionario della Crusca, *Ghiaja*, *rena grossa*, *entrovi mescolati sassolini*: e nel Tesoro della lingua Latina, *Glarea*, *minutissimi lapilli*: e nel Dizionario Enciclopedico, *Gravier*, *un amas prodigieux de petites pierres*. I sassi, le ghiaje, e le arene grosse, come osservò il Guglielmini nel Coroll. 5. della Prop. 5. del Capo sopra citato „ rare volte sono sbalzate in alto dall' acqua (il che succedendo, „ quasi immediatamente, precipitano a fondo) ma bensì „ sono spinte, o lateralmente, o al lungo del corso, „ o pure cumulate in un luogo ec. Il P. Grandi nelle *nuove considerazioni sopra l'erezione d'una pescaia nell'Era*, avendo ricavato da diverse sperienze che le gravità specifiche della ghiaja nell'acqua, e dell'acqua stessa sono tra loro prossimamente come 5 a 3, dimostrò che l' impeto trasversale delle acque qualche volta è bastante per sollevare le ghiaje da i loro fondi, e scagliarle sugli orli delle pescaje, e su le golene, e i greti ancor più alti.

Tutti i Fiumi, e i Torrenti nella loro primiera origine scorrendo con cadute precipitose tra i seni delle montagne, e delle colline portan con seco una quantità grande di terra, di arene, di ghiaja, e sassi. Indi perdendo a poco a poco la caduta insieme e la forza, abbandonano successivamente nelle parti superiori i sassi più grossi, e irregolari, e spingono a maggio-

giori diſtanze i più piccoli, e più rotondi. Le arene groſſe ſi eſtendono oltre l'ultimo limite delle ghiaje, e ſi aſſottigliano nella continuazione del corſo, e arrivano colle altre torbide ſino al Mare. Le mutazioni ſeguite in queſti ultimi ſecoli nella ſuperficie delle montagne, il taglio delle macchie, e de' boſchi, la coltivazione intrapreſa con poco buon ordine nelle falde più ripide, ſono ſtate le funeſte cagioni, per cui le acque piovane traſportano entro gli alvei de' Fiumi materie più copioſe di quelle, che vi arrivavano anticamente. Mentre, levati gl'impedimenti de' ceſpugli, e delle piante, ricadono le acque più preſto, e copioſamente ne' Fiumi: e paſſando per terreni già ſmoſſi dall'aratro, e dalla zappa, ſi caricano più di terra, di arena, e di ſaſſi. In queſta maniera ci ſpiegò il Viviani l'origine delle materie, che chiamanſi fluviatili, la diverſa loro degradazione ne' Fiumi, e la copia maggiore, che ſe n'è avuta dopo che da luoghi altre volte deſtinati ſolo per l'uſo del legname, e delle paſture, ſi è voluto tirare oltre all'olio, anche il vino, le frutte, i frumenti, e le biade. „ Le piogge cadenti „ (ſcriſſe egli nel diſcorſo ſull'Arno) ſopra que' Monti „ ſpogliati di legname, coltivati, e ſmoſſi, non tro- „ vando più il ritegno della macchia, e del boſco, vi „ ſcorrono precipitoſe, e s' accompagnano colla ma- „ teria di terra, ſaſſo, e ghiaja, dalla quale e ſon for- „ mati, e la conducono furioſamente nel Fiume, il „ quale, ingroſſatoſene aſſai più di quel che senz' eſſe „ e' ſarebbe, le traſporta tant' all'in giù, quanto la for- „ za della corrente può ſpignerle innanzi, abbando- „ nando per via le più gravi, cioè quelle di mano in „ mano, che ſuperan col proprio diſcenſivo momento „ la violenza dell'impeto progreſſivo conferitole, e ciò „ a miſura delle grandezze, e delle durazioni delle „ piene „.

 Il

Il Guglielmini nel Coroll. 5. della Prop. 5. non convenne altrimenti che la natura avesse preparato nel seno delle montagne le arene, le ghiaje, e i sassi che si ritrovano ne' Fiumi, e credette più tosto che urtandosi insieme, e soffregandosi i sassi continuamente si diminuissero di mole, e a poco a poco si risolvessero in ghiaje sempre più piccole, e finalmente si stritolassero in semplici arene. Ecco le parole medesime, e le ragioni del Guglielmini. „ Se si considererà la na-
„ tura delle arene, che nient'altro sono, che pezzetti
„ di sasso stritolato, siccome i sassi molte volte sono
„ composti di arene insieme unite; ed in oltre se si
„ osserverà, che la forza dell' acqua opera contro di
„ essi, continuamente col suo corso, spingendoli a
„ percuotersi, ed a farli scorrere l'uno sopra l' altro
„ (al che va necessariamente congiunto un continuo
„ sfregamento, mediante il quale si vanno perpetua-
„ mente logorando vicendevolmente: come ne fa pie-
„ na fede il continuo mormorio, che si sente ne' fiu-
„ mi, i quali corrono in ghiara: effetto non tanto del
„ moto dell'acqua, che urta, e si rompe in essi, quan-
„ to del reciproco dibattimento de' sassi) e di più, se
„ si avvertirà alla gran copia de' rottami; alla politu-
„ ra, che ricevono; ed a molti altri manifesti segni
„ di logoramento, che si riscontrano nelle ghiare de'
„ fiumi; se, dico, tutto ciò si considererà, facilmente
„ si potrà credere, che i sassi continuamente si dis-
„ facciano in arene, e che richiedendosi al loro in-
„ tero consumo una quantità determinata di questo
„ sfregamento (che in un certo grado porta seco una
„ determinazione di tempo, e di spazio) venga tutto
„ ciò terminato dentro il sito, che stà di mezzo fra
„ il principio del fiume, e l'ultimo limite delle ghia-
„ re. „ Il Guglielmini però non fece altr'uso di tutte

que-

queste osservazioni nelle proposizioni susseguenti del suo Trattato. Anzi tutto ciò, ch'egli ha scritto sopra la natura de' Fiumi e de' Torrenti, i quali corrono in ghiara, sarebbe tanto più certo, come vedremo, se collo sfregamento, e coll'urto non si potesse ottenere una diminuzione sensibile de' sassi, e delle ghiare. Alcuni Periti hanno portato queste congetture tant'oltre, che proponendo di unire insieme i Fiumi, dove ancora portano ghiare, e di abbreviare il loro corso, hanno preteso, che colla maggior caduta, e coll'impeto maggiore delle acque, dovessero più facilmente stritolarsi, e smaltirsi le stesse ghiare.

Ma in primo luogo qualunque sia la forza, e l'effetto del fregamento negli alvei de' Fiumi, bisogna necessariamente concedere, che le arene sparse, e ammucchiate in tanta copia nelle montagne, nelle pianure, e ancor sotterra, siano nella massima loro parte arene primigenie, e coetanee al nostro globo. E quali possono essere i materiali concorsi accidentalmente a formare le immense, profonde, e uniformi arene della Numidia, de' vastissimi deserti della Tartaria, e di tant' altre pianure lontane da tutti i Fiumi, e dal Mare? Nelle pianure, che son bagnate da' Fiumi, e da' Torrenti, e che comprendono strati grandissimi di arena, non vi è alcuna analogia tra la distribuzione de' strati, e il corso de' Fiumi, e de' Torrenti. Basta gettar l'occhio sopra la Carta Mineralogica della Francia, e dell'Inghilterra, che ha pubblicato il Sig. Guettard [a], e osservare l'andamento delle tre bande, *sablonneuse*, *graveleuse*, & *marneuse*, per convenire subito coll' Autore, che le materie, che vi si trovano, entrano essen-

(a) Mém. de l'Acad. Roy. des Sciences de Paris an. 1746.

essenzialmente nella composizione del globo terrestre. I strati sotterranei di arena, e ghiaja, che si sono scoperti, nella Lombardia, nell'Olanda, e in tanti altri luoghi, sono tanto copiosi, e profondi, che non si possono credere formati dalle materie stritolate, e deposte da' Fiumi. Nelle colline, e nelle montagne, dove non è mai verisimile che sia corso anticamente alcun Fiume, si trova pure un' immensa quantità di arena, e di ghiaja piccola, e grossa. Così, per addurne un esempio [a], il primo strato della collina di Capraja in Toscana è di braccia 11, e di rena mescolata con terra: il secondo di 22 braccia di creta con molta ghiaja mediocremente grossa: il terzo di 27 braccia di rena, terra, e ghiaja, che termina sul letto d'Arno. La Toscana, la Lombardia, e tant'altri paesi ci somministrano innumerabili altri esempj consimili. A Monte Lupo, a S. Cassiano, e in altri luoghi, dove la strada è scavata nel monte, si può osservare da tutti i passeggieri la disposizione de' strati di arena, di ghiaja, e sassi rotondi, e lisci.

Che se le arene delle montagne, delle colline, e di tanté vastissime pianure, sono materie primigenie, non vi sarà ragione di credere, che le altre arene, che si ritrovano negli alvei de' Fiumi, e de' Torrenti, e che nella figura, nella durezza, e nel peso assomigliano perfettamente alle prime, differiscano poi nell'origine, e vengano a poco a poco formate dallo stritolamento de' sassi, e delle ghiaje. Sembrerà ancora improbabile che strofinando tra loro le pietre rotonde, e lisce abbiano a staccarsi tante pietruzze irregolari, dotate di tanti angoli, e di punte acutissime,

come

(a) Targioni Viaggi to. 1. pag. 38.

come sono le arene. Che se si osserveranno le sostanziali, e intrinseche diversità delle arene, e delle pietre, si vedrà chiaramente che nè le prime d'ordinario compongono le seconde, nè le seconde si risolvono nelle prime. Ne' nostri Fiumi, come nell'Arno, e nel Reno sono rarissime le pietre, che si chiamano propriamente arenarie, per essere un composto di arene insieme unite: anzi sono rarissime le pietre fusibili, o vitriscibili. I sassi, e le ghiaje de' nostri Fiumi sono per la massima parte di natura calcaria, e crederei di assegnare una proporzione assai vantaggiosa se dicessi che in mille sassi del Reno appena uno sarà vitriscibile, e saranno calcinabili tutti gli altri. Ora le arene de' medesimi Fiumi, purgate almeno dalla fanghiglia, per lo più sono di sostanza silicea, angolose, durissime, vitriscibili: rarissimi sono i globetti di sostanza calcaria, che vi si trovano frammischiati: e forse in mille grani di arena, appena cinque, o sei saranno i calcinabili, e saranno gli altri fusibili, o vitriscibili. Dunque i sassi, e le ghiaje de' nostri Fiumi, nella massima loro parte, non sono altrimenti composti di arene insieme unite. E perchè l'urto, e lo sfregamento delle stesse materie non può mutare la natura delle minime particelle, che le compongono, neppure si potrà credere che le arene siano pezzetti di sassi divisi, e stritolati, come pensava il Guglielmini.

A queste naturali osservazioni aggiugnerò alcune sperienze Fisiche. Ho fatto lungamente arrotare diversi sassi fluviatili. Ne ho fatto scuotere ancora una gran quantità in alcune casse di legno gagliardamente per molte ore. Tutto ciò che coll'azione delle ruote si staccava da' sassi nel primo caso, e che nell'altro trovavasi tra gli angoli delle casse, era un polviglio sottilissimo, di colore biancastro, che si spargeva

con

con un soffio nell'aria, e che nell'acqua stagnante mai totalmente riducevasi a fondo. Bensì riaprendo qualche volta le casse vi ho ritrovato alcuni sassi spezzati, e diverse scaglie levate dagli angoli delle sezioni. Non ho però mai ottenuto con qualunque continuazione di scosse neppure un grano di arena. E ciò succedeva egualmente nelle pietre arenarie, e nelle altre di natura calcaria. Anzi avendo fatto variamente spezzare, e scuotere tra di loro per molto tempo diverse pietre arenarie, di nuovo non ho potuto raccoglier'altro nel fondo delle casse, che il semplice polviglio: Il che si può ancora facilmente comprendere da ciascuno, pigliando in mano due pietre, e osservando quale materia si stacchi dalle loro superficie con qualsivoglia forza di sfregamento. Adunque se accaderà qualche volta, che le pietre arenarie si sciolgano ne'piccoli grani d'arena, che le compongono, ciò sarà certamente per tutt'altre ragioni, che per lo sfregamento, e per l'urto. La diversa azione del caldo, e del freddo, dilatando, e restringendo diversamente le loro parti, l'umidità imbevuta dall'aria, e simili cause accidentali, le potranno qualche volta dividere, e sciogliere. Ma le pietre arenarie, come si è detto, sono assai rare ne'nostri Fiumi, e dev'essere ancora più rara la combinazione delle cause accennate. Generalmente parlando l'urto, e il dibattimento di tutti i sassi, e le ghiaje, che si ritrovano entro gli alvei de'Fiumi, per quanto sia grande, e continuato, non potrà mai formare le arene, e non produrrà mai altro, che polvere sottilissima.

Per terminare la presente questione ho ricercato che quantità di polvere, e qual diminuzione de'sassi, e delle ghiaje possa ottenersi col semplice fregamento: e in ciò ho voluto considerare, siccome ha fatto il

Gu-

Guglielmini, e il tempo, e lo ſpazio che ſtà di mezzo tra il principio del fiume, e l' ultimo limite delle ghiaje. Per fare qualche conto del tempo, ho preſo 40 ſaſſi fluviatili, tra pietre ſerene, e bigie, di diverſe grandezze, piccoli e groſſi. Gli ho chiuſi in una caſſa di legno, longa un braccio e un terzo, e larga e alta un mezzo braccio, e gli ho fatti ſcuotere per tutti i verſi, con tutta la maggior forza di un uomo, a diverſe ripreſe, per due ore continue. Poi ho raccolto la polvere, che ſi è trovata nel fondo, con cinque pezzetti irregolari di ſaſſo, e vi ho aggiunto il ſedimento laſciato in 24 ore dall' acqua, con cui avevo lavato i ſaſſi ad uno ad uno. Tutto inſieme non arrivava al peſo di due ſole once. Ora il peſo de' ſaſſi era di 42 libre, o ſia d'once 504. Dunque ſupponendo che lo ſtrofinamento ſi foſſe continuato ſempre colla forza medeſima, l'intero diſcioglimento de' ſaſſi avrebbe portato 504 ore di tempo, che ſono giorni 21: tempo di gran lunga maggior di quello, in cui arrivano le piene de' Fiumi, e de' Torrenti, e in cui i ſaſſi poſſono eſſere traſportati ſino all'ultimo limite delle ghiaje dagli altri luoghi ſuperiori, dove ſi trovano in maggior copia, e ancora dal principio de' Fiumi, e de' Torrenti medeſimi. La velocità ſuperficiale del Reno verſo l'ultimo limite delle ghiaje è in circa di 4 miglia l'ora, e però in giorni 21 ſarebbe di miglia 2016. Ne' tronchi ſuperiori la velocità, che dipende dalla caduta, ſi fa ſempre maggiore. La durata intera delle piene è di alcuni giorni nel Reno, e nell'Arno. Nel Serchio, e in molti Torrenti è di poche ore.

Per conſiderare ancora lo ſpazio ho preſo una pietra ſerena d'once 12 denari 6, e un' altra pietra bigia d'once 8 denari 15, e le ho fatte arrotare, tenendole ſopra la ruota nella parte più piana, e con tutta la

maggior forza. Il giro della ruota era d'un braccio, e un terzo, e rivolgendosi essa prestissimo, le rivoluzioni si contavano comodamente sopra una ruota maggiore, che faceva una sola rivoluzione, mentre la piccola ne faceva otto. Dopo 400 rivoluzioni della ruota più grande, o sia 3200 della piccola, s'erano appianati i due sassi per tre dita in circa di diametro, e aveano perso ciascuno quasi un denaro di peso. Supponendo adunque che i sassi si movessero nel fondo de' Fiumi con una velocità eguale a quella, con cui la piccola ruota muovevasi contro i sassi, e che la forza del fregamento fosse, e in un caso, e nell'altro la medesima; non perderebbero un denaro di peso se non dopo di essere sdrucciolati per 4267 braccia, o sia per lo spazio d'un miglio, e due quinti: e per interamente stritolarsi il primo sasso avrebbe dovuto scorrere miglia 418, e il secondo 294. Dal che apparisce chiaramente che per disfarsi del tutto i sassi, che si ritrovano per esempio nel Reno alla Chiusa di Casalecchio, e al Ponte della via Emilia, supposta ancora la stessa velocità, e la stessa forza di fregamento, che si sperimentava nelle ruote, non potrebbe già bastare lo spazio, che resta fino all'ultimo limite delle ghiaje, ma dovrebbero i medesimi sassi trascorrere più di una volta la lunghezza intera del Reno.

Ognuno vede però che la forza dell'urto, e del fregamento negli alvei de'Fiumi dev'essere molto minore di quella, con cui i sassi si arrotano, o si scuotono nelle casse impetuosamente. L'urto de' sassi fluviatili tra loro dee valutarsi dalla sola velocità relativa, o sia dalla differenza delle velocità, con cui sono trasportati dall'acqua. L'arena, la belletta, e le altre materie terree, che s'interpongono quasi sempre tra' sassi, e l'acqua istessa, in cui nuotano, diminuisce molto l'azio-

zione degli uni sopra degli altri. Lo sfregamento poi è tenuissimo, come diffusamente ha provato il P. Belgrado nella sua bella dissertazione *sopra la diminuzione della mole de' sassi ne' Torrenti, e Fiumi*. Osservò egli che i sassi divelti da Monti precipitano giù dalle lor falde rotolandosi per lo più circa di lor medesimi, che seguitano essi a rotolarsi ne' letti de' Torrenti sino che si fa minore il pendìo, e che in appresso o sdrucciolano radendo il fondo, o sono quà e là sbalzati seguendo la direzione, e l'impeto delle acque. Poi avvertì che sino a tanto che i sassi discendono rotolando, e rivolgendosi intorno al centro di gravità, le parti più minute della superficie dell'uno poco possono entrare, e invilupparsi ne' minuti cavi, ed abbassamenti della superficie dell'altro, e così lo sfregamento è assai tenue. Finalmente notò che quando sdrucciolano i sassi sul fondo presentando sempre al contatto la stessa parte, lo sfregamento nasce dalla pressione, e la pressione dal peso de' sassi, che radono il fondo del fiume. Ora i sassi fluviatili sono d' ordinario di poco peso, secondo le sperienze del P. Grandi, che abbiamo riferito a principio. Secondo le osservazioni del Sig. Amontons, la resistenza prodotta dallo sfregamento, e dalla pressione adegua la terza parte del peso. Adunque lo sfregamento de' sassi fluviatili, e della ghiaja dev' essere in tutte le maniere assai piccolo.

Così fissata la diversità grande, che passa tra lo sfregamento che i sassi naturalmente soffrono negli alvei de' Fiumi, e quello che artificialmente si ha sulle ruote, o nelle casse, nessuno aspetterà mai che coll' impeto delle acque correnti si stritoli interamente la ghiaja, e che i sassi ricevano qualche sensibile diminuzione di peso. *Il precipizio più furioso dei sassi*, come osserva il P. Belgrado, *succede nei primi scarichi violenti*

lenti delle piene. I sassi scorrendo ancora da principio del fiume sino all'ultimo limite delle ghiaje, non hanno nè tempo, nè spazio sufficiente per potersi ridurre ad una mole sensibilmente minor di prima. L'azione de'sassi, che tre, o quattro volte l'anno di nuovo sopravvengono nelle altre piene, sopra i sassi già deposti nel fondo de'Fiumi, non può valutarsi che molto meno. E certamente lo sfregamento di un sasso contro tutti gli altri, che in contra precipitando per la lunghezza intera del Fiume, è molto maggiore di quello, che può soffrire per un determinato numero di altri sassi, che gli scorrano sopra nelle altre piene. Così pure pochissimo potrà sperarsi da quel sovvertimento, o trambusto generale, che secondo il Viviani si fa nelle piene maggiori da'luoghi più prossimi a'remoti, da' destri a'sinistri, e dalla superficie alla profondità. L'azione dell'acqua, che batte, e sospigne i sassi continuamente, non è neppure da mettersi in conto. *E qual minor resistenza può immaginarsi*, soggiugne il P. Belgrado, *di quella che offre un sottil velo d'acqua al taglio acuto d'una pietra, che obliquamente l'investe*. Il discioglimento adunque de'sassi non è lavoro da potersi terminare come credeva il Guglielmini, *entro lo spazio che stà di mezzo tra il principio del Fiume, e l'ultimo limite delle ghiare*. Neppure è vero ciò ch'egli aggiunse „ che sia equilibrata la quantità „ delle ghiare, che giornalmente entra nell'alveo, col „ consumo che se ne fa: e che nei Fiumi in ghiara „ succedano continue escavazioni, e replezioni, così „ attemperate l'una con l'altra, che ne resti il fondo „ stabilito „. Il P. Belgrado ha voluto confermare l'opinion sua con altre osservazioni, fatte ne' Torrenti del Friuli, che lasciano d'essere sassosi, dove non sono più sassose le loro ripe adjacenti. Ma siccome ciò non compro-

provasi negli altri Torrenti, come in quelli della Toſcana, e del Bologneſe; così noi non faremo altr'uſo delle medeſime oſſervazioni.

Ora per paſſare a riſpondere alle ragioni del Guglielmini, coſa diremo del mormorio, e del fragore, che si ſente ne'Fiumi, i quali corrono in ghiara? In primo luogo non ſolamente dove corrono in ghiara, ma ancora dove non portano che arene, e torbide, i Fiumi gonfj producono un grandiſſimo ſtrepito: e per accertarsi di ciò baſta ritrovarsi in Piſa Lungarno quando arriva una piena. In ſecondo luogo lo ſtrepito, e il mormorio dinota più toſto l'azione dell'acqua nell'aria, che nelle parti ſmoſſe, e sbalzate nel fondo, le quali quand'anco urtandosi si ſpezzaſſero, e logoraſſero, non potrebbero tramandarci un ſuono ſensibile dalla profondità di più piedi d'acqua. Finalmente ſebbene sia maggiore, lo ſtrepito tra i dirupi delle montagne, dove le acque ſono meno alte, e dove si traſportano groſſi ſaſſi, tutto ciò non può indicarci altro che qualche azione de'ſaſſi fluviatili tra loro, e per conſeguenza ancora qualche diminuzione di mole, mutazion di figura, aſſottigliamento di ſuperficie, che non abbiamo inteſo mai di negare. Anzi abbiamo indicate ſopra alcune cauſe particolari, per le quali poſſono i ſaſſi qualche volta dividersi, e ſciogliersi nelle minime parti, che li compongono. Ma per poco, che si rifletta, egli è chiaro, che dal caldo, e dal freddo, e dall'umido non può ſperarsi una diminuzione ſensibile delle materie groſſe, che in tanta copia si ritrovano negli alvei de'Fiumi. Per l'altra parte lo sfregamento, quantunque grande, e continuo, non potrebbe, giammai produrre, che una ſottiliſſima polvere. E poi lo sfregamento negli alvei medesimi è

così

così piccolo, che non può sciogliere nè in arena, nè in polvere i sassi, e le ghiaje, che vi si portano sempre di nuovo nelle piene, come si è già provato diffusamente. E quì si potrebbe aggiugnere l'esempio, accennato dal P. Belgrado, delle pubbliche strade, che sono selciate di ghiaje, e sassi, e che essendo continuamente battute con tanto strepito da' cocchj, da' carri, e da' cavalli, dopo molti, e molti anni non mostrano orme, e vestigj di qualche logoramento.

L'altra ragione del Guglielmini è che se i sassi fluviatili non si sciogliessero a poco a poco in arene, finalmente ne seguirebbe che gli alvei si riempirebbero di ghiaje, e s'alzerebbero sopra il loro ordinario livello; e le acque rigurgitando inonderebbero le campagne, o devierebbero dal loro primiero corso. A ciò si risponde in primo luogo che veramente si rialzano i letti de' Fiumi, che corrono in ghiaja. Non vi è in Toscana chi metta in dubbio il rialzamento dell'Arno, e degli altri Torrenti. Nella Visita Riviera fu pure riconosciuto, che il Reno s'era alzato di fondo nelle parti superiori. E in fatti pochi anni prima di quella visita s'è prolungata quasi fino al Ponte della via Emilia l'arginatura del Reno, che nel tempo della visita d'Adda, e Barberini incominciava alla Chiesa del Trebbo. Che se confrontando tra loro le antiche, e moderne livellazioni non si ritrova un continuato, e sensibile rialzamento sotto alla Chiesa del Trebbo, ciò deve certamente attribuirsi all'essersi abbreviato inferiormente il corso del Fiume, e all'essersi le rotte accostate vieppiù a Bologna. Nella visita Binuccini s'è parimente verificato il rialzamento del Crostolo, e della Secchia. Così ancora l'anno 1723. il fondo del Lavino

vino fu ritrovato più basso del sottarco del Ponte della via di S. Giovanni piedi $8\frac{1}{6}$, e nell'anno 1761 era più basso solamente piedi $4\frac{1}{2}$. In secondo luogo gli alvei de'Fiumi ordinariamente non si rialzano a segno di formare ridossi altissimi, e deviare dal loro corso, perchè i sassi per lo più accompagnano solamente i primi violenti scarichi delle acque, perchè le piene non portano sempre di nuovo un eccessiva quantità di ghiaja, e perchè questa si divide per tutto l'alveo de'Fiumi, e si consuma in parte nell'accomodare le strade, e in altri usi. Secondo un poco di calcolo, che s'è fatto, si leveranno annualmente dal Reno 125000 piedi cubi di ghiaja per il solo risarcimento delle strade. Finalmente se accadesse mai qualche caso di un maggiore precipizio di ghiaje, allora il Fiume, o si dovrà contenere con argini altissimi sopra il piano delle campagne, come accade in Ombrone, o sarà obbligato di mutar letto, come più volte è accaduto nel Reno, nel Panaro, e nel Taro, e come frequentemente si vede ne'tronchi superiori del Pò, dove le ghiaje sono più grosse, e più copiose.

Resta a vedere se il polimento, che ricevono i sassi, sia un indizio sufficiente per aspettarne o l'intero discioglimento, o una diminuzione sensibile, entro lo spazio, che vien compreso tra il principio del Fiume, e l'ultimo limite delle ghiaje. Primieramente non tutti i Naturalisti convengono nel sentimento del Leibnitz, del Vallisnieri, del Sauvages, e del Barone di Holbach, che il polimento, e la rotondità de'sassi fluviatili nasca dal loro strofinamento. Il Reamur [(a)] aven-

(a) Mém. de l'Acad. Roy. an. 1723.

vendo osservato in tutte quante le pietre qualche grado di rotondità, i loro angoli quasi tutti smussati, la loro sezione trasversale curvilinea, e rientrante in se medesima, giudicò più verisimile che le pietre naturalmente affettassero la figura rotonda, come i cristalli la esagona. Il Sig. Anton-Lazzaro Moro, il Sig. Buffon, e molti altri pensarono pure che la rotondità de' sassi fosse opera *della natura producitrice:* il primo (a) perchè tra' ciottoli smussati, e rotondati ve ne sono de' piatti, e schiacciati, che son pur anche smussati, e lisci: il secondo (b) perchè i sassi rotondi si trovano in diversi paesi, e nella superficie, e nelle parti interne della terra, e sulla cima de' monti, come ancora ha osservato il Leibnizio (c). Ma concedendo ancora che il continuato fregamento sia bastante col progresso del tempo a rotondare, e lisciare i sassi, non ne segue che basti il fregamento medesimo a diminuire sensibilmente la mole de' sassi, che siano già lisci. Le pietre, che sono ancora aspre, e scabrose, si possono col fregamento abbassare di superficie, e diminuire di mole più facilmente. Poichè introducendosi senza contrasto nelle minime cavità della superficie gli angoli, e le punte delle altre pietre, e massime delle arene, per diminuirne sensibilmente la mole ricercasi la sola forza, che faccia sbalzare le piccole prominenze, e scabrosità. Quando poi hanno avuto le pietre qualche lisciatura, e polimento, non lasciando nè prominenze, nè cavità capaci a ricevere gli angoli, e le punte, per una simile diminuzione è necessaria una nuova, e maggior forza, che nella loro su-

(a) De' Crostacei, che si trovano su' Monti lib. 2. cap. 12.
(b) Hist. Nat. to. 1. art. 7.
(c) Protog. par. 14.

fuperficie introduca le punte, e gli angoli medesimi. Ora la forza delle acque, dove dipende dalla caduta, si diminuifce fempre più a proporzione, che la caduta si fa minore. Dunque ancorchè ne' tronchi fuperiori de' fiumi vi sia forza baftante per dare qualche polimento alle pietre, non bafterà poi la forza in tutto il refto dell'alveo per logorare, e ftritolare le pietre, che fono polite, e lifce.

Ancora fu queft' articolo poffiamo confultar l'efperienza. Mentre prendendo qualunque marmo, che tuttavia sia greggio, e fcabro, e fortemente fregandolo con qualche pietra, e coll'arena bagnata, o con altre polveri, con una data forza in un dato tempo fe ne rafchierà una porzione tanto maggiore, quanto maggiori faranno le afprezze, e le difuguaglianze della fuperficie. Quando poi farà lifcio, e polito il marmo, fi durerà un grandiffimo ftento a diminuirne la mole fenfibilmente. E ciò si potrebbe ancora dedurre dalle già riferite fperienze full'arrotamento de' faffi. E così pure dalle altre rifleffioni, che abbiamo aggiunto, potrebbesi ricavare, che la diminuzione della mole ne' faffi, e nelle ghiaje riufcirebbe tanto più piccola, fe al fregamento delle ruote, che chiamasi *radente*, si foftituiffe l'altro che chiamasi *volvente*, che ha luogo nelle fperienze de' faffi fcoffi nelle caffe, e che principalmente si efercita entro gli alvei de' Fiumi. Ma nel ripulire i marmi, i vetri, ed altri corpi col fregamento delle arene interpofte, fi offerva in oltre coftantamente, che fempre più fi affottigliano le arene a proporzione, che fi continua il fregamento, per modo che quelle arene, che fono affai groffe a principio, diventano poi finiffime, e leggeriffime. Il che nafce dal vario intreccio delle parti, dalla figura irregolare, per cui più facilmente si poffono sbalzare gli angoli, e le

 pun-

punte, ficcome ancora dalla ragione della leva, che non può trafcurarfi nelle punte più lontane dal centro, e più efpofte. E così abbiamo un' altra importante verità, che quantunque negli alvei de' Fiumi non fi ritrovino forze baftanti per diminuire fenfibilmente la mole, e il numero delle ghiaje; la continuazione del fregamento, e del corfo bafta per attenuare fenfibilmente le arene: ch'è quanto diffe ottimamente il Guglielmini nel Coroll. 6. della Prop. 6. del Cap. 5. *che l' arena medefima poffa andare, col lungo corfo de' Fiumi, così affottigliandofi, che poffa paragonarfi colla terra*.

Dunque per ricapitolare quanto fi è detto fopra, i faffi, le ghiaje, e le arene fono materie primigenie trafportate negli alvei de' Fiumi dall'impeto dell'acque, e divelte da' feni delle montagne. Ne' tronchi fuperiori, dove hanno i fiumi cadute precipitofe, difcendono i faffi più groffi, e irregolari, e quefti urtandofi tra di loro, e sfregandofi colle arene interpofte, acquiftano qualche grado maggiore di polimento. Poi diminuendofi colla caduta ancora la forza e l'impeto dell' acqua, folamente i faffi minori, e più fmuffati, e più lifci poffono feguitare il corfo del Fiume, e non potendofi più infinuare nella loro fuperficie le punte, e gli angoli delle arene, non diminuifcono fenfibilmente di numero, e di mole. Nel profeguimento del corfo mutando effi continuamente l'intreccio tra loro, e colle parti fcabre del fondo, arrivano, o più prefto, o più tardi a quel grado di refiftenza, che non fi può più vincere dall' acqua, e così fenza andar più avanti rialzano continuamente lo fteffo fondo. Quindi ne nafce la fucceffione de' faffi gradatamente fempre più piccoli, e la fteffa conformazione, che offervafi, dell' ultimo limite delle ghiaje. Mentre feguitando il cor-

ſo di qualche Fiume, da un fondo ricoperto tutto di ghiaja, ſi paſſa ad alcuni greti ſparſi, e diviſi quà, e là: poi non s'incontra continuazione di ghiaja che dove le acque ſono più profonde, e più rapide: e finalmente interrotta qualunque continuazione non s'incontrano più de' piccoli ſtrati di ghiaja neppure nello ſteſſo fondo. Andando avanti ne' Fiumi, e ſcemando ſempre più la pendenza, s'accreſce molte volte la velocità coll'unione di altri influenti, e diventa ancora maggior di prima. In queſto ſenſo il Zendrini ſul fine del Cap. 10. ſpieghò il ſentimento del Viviani, oſſervando che il Pò nelle parti inferiori, coll'accreſcimento del corpo d'acqua, acquiſta una velocità maggiore di quella, colla quale abbandona molto ſuperiormente le ghiaje, e che baſterebbe per traſportare più oltre le ſteſſe ghiaje, ſe poteſſero eſſe inoltrarſi per tutto il tratto intermedio. Le arene ſtritolandoſi, e aſſottigliandoſi continuamente, ancora con minore caduta, e velocità, ſi poſſono traſportare colle altre torbide ſino al Mare.

CAPITOLO SECONDO

Della natura de' Fiumi, e de' Torrenti,

Che corrono in ghiaja.

La rettificazione, e l'unione de' Fiumi, e de' Torrenti, che ancora corrono in ghiaja, fu riputata ſempre dal Guglielmini un impreſa d'eſito incerto, di regole aſſai dubbioſe, e di grandiſſime difficoltà. Anche il Corradi conſiderò per una delle maggiori difficoltà d'un Progetto quella di tagliar gl'influenti, dove corrono in ghiaja. Euſtachio Manfredi nel parere, che diede in iſcritto il dì 9. Agoſto 1718, ſopra al-

cune rettificazioni del Reno, si espresse ne' termini seguenti intorno al taglio, che proponevasi allora di fare al Trebbo, e che poi non venne eseguito. „ Due cose
„ sono da riflettere intorno a questa operazione. La
„ prima che trattandosi di tagliare in un sito dell'al-
„ veo, ove il Reno corre in ghiara, non si può com-
„ promettere del nuovo successo con quella moral si-
„ curezza, che pare che possa aversi negli altri tagli,
„ dove egli non porta che sabbia; essendo questa una
„ particolarità ben nota de' fiumi ghiarosi di non ac-
„ comodarsi per lo più a quelle strade, per le quali si
„ procura di condurli, o pure accomodandovisi, di
„ abbandonarle di nuovo, e aprirsi altro cammino,
„ rendendo alle volte vani tutti gli sforzi dell'arte, e
„ inutili tutte le spese impiegate per fermarli. La se-
„ conda riflessione nasce anch'essa dalla medesima cir-
„ costanza della ghiaja, che porta il fiume, ed è che
„ sebbene l'abbreviamento considerabile della linea
„ par che debba promettere un proporzionale abbas-
„ samento del fondo superiore, questo buon effetto
„ può restare in gran parte distrutto dallo spingersi
„ che farà la ghiaja più avanti di quel sito, fino a cui
„ ora si spinge, da che verrà per necessità qualche
„ elevazione del fondo inferiore al taglio, e qualche
„ minore abbassamento del superiore; nè è facile in
„ una materia sì ardua fare un pronostico accertato
„ di quello, che possa accadere in universale intorno
„ allo stabilimento del fondo di sopra, e di sotto al
„ luogo del taglio, cioè se sia per prevalere in uni-
„ versale l'incomodo, o il beneficio „.

Secondo ciò che si è detto nel capo antecedente, sopra la natura, e l'origine delle materie fluviatili, si potrà ancora in somiglianti casi più accertatamente pronosticare, e la protrazione delle ghiaje, e la maggio-

giore elevazione del fondo. Mentre se i sassi fluviatili urtandosi, e sfregandosi tra di loro si andassero logorando continuamente, se le ghiaje si consumassero tanto da impiccolirsi, e stritolarsi poi in arena, se questo fosse lavoro da potersi compire entro lo spazio, che vien compreso tra il principio del Fiume, e l'ultimo limite delle ghiaje; accrescendo in qualunque maniera la velocità, e la forza delle acque, o con riunirle insieme, e accrescerne l'altezza, o con abbreviare loro la strada, e accrescerne la caduta, si potrebbe almeno sperare, che una maggiore quantità di ghiaje si discioglieste, e venisse poi trasportata colle altre arene sino al Mare. Per lo contrario se collo strofinamento, e coll'urto non può ottenersi una diminuzione sensibile di mole, se non possono stritolarsi le ghiaje, e disfarsi in arene, se i sassi restano sempre sassi, come si è già provato con tante ragioni, e sperienze, e osservazioni; accrescendo la caduta, il corpo, e l'impeto delle acque, non si otterrà altro effetto che di portare più lontano le loro ghiaje Ma resteranno sempre nel Fiume le stesse ghiaje, e lo rialzeranno subito nelle parti inferiori, e poi col progresso del tempo lo dovranno ancora superiormente rialzare. Mentre continuando a discendere altre acque, cariche di nuova materia, sopra il piano inferiore già rialzato colle deposizioni delle ghiaje, saranno ivi obbligate di raffrenare l'impeto già conceputo nella caduta antecedente e non potendo spingere più oltre il peso, che seco portano, lo lascieranno cadere a fondo: con che attaccandosi la nuova arena, e la nuova ghiaja all'altra già condotta, e spianata in detto sito, vieppiù lo rialzerà, e le nuove deposizioni accumulate inferiormente, serviranno sempre d'appoggio alle susseguenti materie, che resteranno nel tronco superiore.

Per

Per mettere in maggior luce queste teorie, passiamo alla semplice pratica, e consideriamo un esempio, ch'io sempre riputerò senza replica, e decisivo. Il Viviani, ne'sei primi paragrafi del discorso sopra citato, fece vedere che il letto d'Arno continuamente si rialza, *dove con sassi, e ghiaja, e dove con arena, e terra anche sino al Mare.* Ciò provò egli generalmente dal perdersi le cadute de' Mulini, dal restringersi le luci de' Ponti, dal ridursi sempre più alti delle campagne i letti degl'influenti, di Bisenzio, di Ombrone ec. Pe 'l tratto superiore al Ponte a Signa addusse l'altra ragione de'sassi, che si vedono nel letto d'Arno, e che il Viviani considerava come un sicuro indizio di rialzamento, quando almeno si concedesse che que'sassi *non sieno stati creati dove e' sono, nè vi sien nati, nè vi sien piovuti, ma vi sien stati condotti da Arno*. Nel tratto poi, che interseca Firenze, raccolse il Viviani diverse osservazioni, dalle quali si può raccogliere quanto sia grande il rialzamento: e tra esse quella a me sembra più concludente, che l'anno 1677 essendo stato incaricato il Viviani di ristaurare in parte i fondamenti della fabbrica degli Uffizj, e avendo fatto avanzare vers' Arno le finestre vecchie del sotterraneo della facciata „ prese motivo di farle murare un brac-
„ cio, e mezzo più alte, sull' asserto comune di chi
„ allora vi praticava, che l'esperienza avesse fatto ve-
„ dere in molti degli ultimi anni, che ogni gran pie-
„ na, contro il solito degli anni innanzi, entrando per
„ esse, necessitava a condur fuori da quelle stalle i Ca-
„ valli, ed oltre alla spesa, che si richiedeva a cavar
„ la belletta, tenevali infermi per molti mesi. E pure
„ è da credersi che un Architetto sì celebre, qual fu
„ il Cavalier Giorgio Vasari, che nel 1560 si trovò a
„ ordinare, ed a soprintendere a questa sontuosa fab-

„ bri-

„ brica de' Magiſtrati, e della predetta facciata (ch'e-
„ gli ſteſſo chiama fondata ſul fiume, e quaſi in aria)
„ faceſſe fermar eſſe fineſtre tant'alte, che ne' tempi
„ ſuoi niuna delle piene maggiori poteſſe a gran pez-
„ zo arrivarvi „. Ci laſciò ſcritto inoltre il Viviani
qual era preciſamente a ſuoi tempi l'ultimo limite de'
ſaſſi d'Arno. I ſaſſi, dice egli alla pag. 4. dell'edizione
di Firenze del 1688. „ i ſaſſi che si vedono da Ro-
„ vezzano fin ſopra alla Badia a Settimo (i quali van-
„ no di mole diminuendo più, e più quanto più a quel-
„ la s'accoſtano) non paſſano la Golfolina, anzi non
„ arrivan'al Ponte a Signa, perchè di fatto ne' Piag-
„ gioni da eſſa Badia in giù non ſe ne trova PUR
„ UNO. „

Suggerì poſcia il Viviani tutto il ſiſtema, che cre-
deva da tenersi nel regolamento di un Fiume di tal
natura. I lavori da lui propoſti si riducono a cinque
capi. 1°. di moderare la gran pendenza delle Valli la-
terali più proſſime ad Arno „ diſponendo, e fabbri-
„ cando in aggiuſtate diſtanze fra loro più Serre, o
„ Chiuſe, o Leghe, o Traverſe che dir si vogliano,
„ di buon muro a calcina, traforate da ſpeſſe feritoje,
„ ſu larga pianta ſtabilmente fondate, e con grandiſſi-
„ ma ſcarpa al di fuori, con lor Banchine, o Platee,
„ o Batoli a piedi, e con più riſeghe, o pur gradi do-
„ ve foſſe neceſſario ridurle di tempo in tempo a mag-
„ gior altezza, dopo che per di dietro si foſſero rin-
„ calzate dalla materia, che le acque naturalmente vi
„ condurrebbero. 2°. di fare ſuperiormente alle Chiu-
„ ſe dentro le Valli medeſime, diverſe, e folte pian-
„ tate di Boſcaglia, o da fuoco, o da taglio, la più
„ appropriata alla qualità del terreno, e del sito, per
„ diſtanza, per di quà, e di là, da' ſuddetti fondi, e
„ chiuſe, la maggiore che poſſibil foſſe occupare col
„ mi-

„ minore incomodo de' Possessori, ma almeno di braccia
„ cia trecento per parte. 3°. in quelle Valli poi, le
„ quali fossero spogliate di piante, e consistessero di
„ nudo sasso, e ghiaja, e dove, o per tal causa, o per
„ esser troppo larghe, non francasse la spesa a farvi
„ simili Serre, o non vi si potesse far piantata di sor-
„ te alcuna per ritenere quelle materie gia smosse, e
„ che di continuo si smovono, e scendon coll'acque;
„ eleggere giù nel basso un competente spazio piano
„ della peggior qualità che vi sia, per tenerlo sempre
„ arginato all'intorno, acciò serva di scaricatojo, den-
„ tro il quale esse materie possano comodamente de-
„ porsi. 4°. torre all'Arno sotto all'Incisa gran parte
„ della sua eccedente caduta, con rimettere in piedi
„ alcune Pescaje, che già vi erano, e col fabbricar-
„ ne delle nuove. 5°. fare un riparo simile di Pesca-
„ je ancora attraverso al fiume della Sieve per qual-
„ che distanza dal suo sbocco in Arno per in, su, e
„ negl'ingressi d'altri Fiumicelli, e Fossati, che vi si
„ scaricano. „ Concluse finalmente il Viviani che „ si-
„ miglianti ripari di Serre, di Piantate di Boschi, di
„ Scaricatoj, e di Pescaje utilissimi senza dubbio si
„ farebbero conoscere applicandogli ad altri Fiumi
„ del Dominio Fiorentino, come ad Ombrone, a Bi-
„ senzio, alla Marina, all'Ema, alla Greve, alla Pesa,
„ all' Elsa, all'Evola, all'Era, e ad ogn'altro della
„ Toscana siccome di ogn'altra Provincia dell'Italia,
„ e fuori „.

Diverse importanti ragioni di mantenere la navigazione, di allontanare le corrosioni, e di acquistare i terreni occupati colle tortuosità grandi del Fiume, hanno fatto abbracciare altri Progetti. Si sono levati certi gran massi, che attraversavano il corso d'Arno, e che facevano le veci di pescaje naturali. Si è ristret-

to,

to, e raddrizzato il letto d'Arno superiormente a Firenze, e si è messo in canale da Firenze a Signa. L'abbreviazione del corso è stata in circa di tre miglia sopra, e di un miglio sotto a Firenze. Non occorre discorrere della spesa, che ha portato tutto il lavoro. Vediamo cos'è seguito. Superiormente a Firenze in alcuni luoghi ha deviato l'Arno dal nuovo alveo rettilineo, e non vi si mantiene negli altri luoghi, che a forza di grandissime, e dispendiose pietraje. Nel tratto, che interseca Firenze, quantunque il letto d'Arno sia compreso tra due termini stabili, cioè tra le due pescaje di S. Niccolò, e d'Ognissanti, si è con tutto ciò rialzato notabilmente, e mi hanno concordemente affermato i pescatori, che in questi ultimi anni si è quasi perduto l'uso della pesca, che prima solea farsi ne' seni, e nelle concavità più profonde. Da Firenze al Ponte a Signa, ch'è tre miglia più sotto della Badia a Settimo, continua l'Arno presentemente a correre in ghiaja, e sassi. Oltre lo sbocco di Bisenzio s'incontra un greto della lunghezza di circa 900. piedi, in cui sono pietre grosse come pine. Sotto il ponte a Signa si vede pure sulla sinistra un altro piaggione di ghiaja grossa. Andando verso bocca d'Ombrone si trovano altri greti più piccoli fino alla Golfolina. Ivi è troppo ristretto, e profondo l'Arno per poter conoscere che qualità di materie porti, ancora ne'tempi più asciutti. Con tutto ciò dove la Golfolina forma un poco di spiaggia, vi si vede la ghiaja, come nella passata estate ho osservato io medesimo e sopra, e sotto S. Miniatello. S' incontrano ancora de' sassi interrottamente fino a Monte Lupo, dove sbocca la Pesa, e sotto lo sbocco della Pesa fino ad Empoli.

Poichè il Bisenzio, e l'Ombrone non portano ghiaje in Arno, e il Rio del Mulino appena porta ghiaje

allo sbocco; le ghiaje, e i sassi che si ritrovano sotto al Ponte a Signa sino alla Golfolina, e a Monte Lupo non potranno essere che dell'Arno. Il Viviani scrisse di credere che allora l'Arno „ nelle massime piene, trasportasse le materie sottili di ghiaja, e rena „ dai ridossi posti sopra, dentro, e sotto Firenze sin „ sotto la Golfolina. „ Ma avendo egli replicato che i sassi non uscivano da quella lunghezza d'Arno, che termina alla Badìa a Settimo; bisognerà ora dire che l'Arno, nelle massime piene, spinga sotto la Golfolina eziandio la ghiaja grossa. Ciò posto non entreremo quì a disputare se la ghiaja, che trovasi sotto a Monte Lupo sia o della Pesa, o dell'Arno, o dell'una insieme, e dell'altro. Mentre in qualunque modo si dica, che Arno trasporta adesso, o le sue ghiaje, o quelle della Pesa, o le une, e le altre sino ad Empoli; sarà sempre vero che adesso si ritrovano ghiaje, e sassi ad Empoli, dove a tempi del Viviani non se ne ritrovava *pur uno*. Ma limitiamo ancora il discorso alla continuazione semplice delle ghiaje. Egli è certo che a' tempi del Viviani finivano alla Badìa a Settimo le ghiaje d'Arno: che ora si continuano le ghiaje, e i sassi sin oltre al Ponte a Signa: e che per conseguenza, con essersi abbreviato di quattro miglia il corso d'Arno, si sono protratte continuatamente le ghiaje, e i sassi per tre altre miglia.

La protrazione delle ghiaje non può andare disgiunta da un maggiore rialzamento del fondo. In fatti alcune luci del Ponte a Signa sono oramai sepolte nelle deposizioni delle ghiaje: alcune altre si sollevano appena nelle impostature sopra il piano del fondo: e le due luci più alte restano coperte affatto dalle acque nelle piene. Una campanella di ferro, ch'è impiombata nella pila destra dell'arco di mezzo, può servirci

ci di regola per misurare tutto il rialzamento. Diverse persone assicurano, che la campanella restava così alta cinquant'anni fa, che i navicellaj per toccarla dovevano salire sulla poppa del navicello. Presentemente l'anello della campanella medesima tocca il fondo del fiume, che sotto al Ponte si spiana in una superficie assai regolare. Però in quel luogo dev'essersi rialzato il fondo di cinque, o sei braccia Fiorentine dopo i raddrizzamenti dell'Arno. Bisogna per altro osservare che un così grande rialzamento deve in buona parte attribuirsi all'impedimento, all'angustia, e alla figura irregolare del detto Ponte, che ha gli archi troppo ristretti, e che neppure è disteso in una sola linea retta, ma più tosto in due rette inclinate a un angolo assai sensibile. Il rialzamento del fondo superiormente è minore, e tolto l'impedimento degli archi neppur'ivi si sarebbero ammucchiate le ghiaje in tanta copia. Ma in vece si sarebbero spinte di là dai limiti, che ora non oltrepassano, e avrebbero maggiormente rialzato il fondo nelle altre parti inferiori.

All'esempio dell'Arno potrebbe aggiugnersi qualch'esempio più recente. Ma siccome ne' medesimi casi opera la natura colle leggi medesime, un solo esempio basta per tutti, e da quanto è succeduto nell'Arno si può generalmente argomentare qual esito possano avere le rettificazioni de' Fiumi, che corrono in ghiaja. Vale a dire ne' Fiumi diritti anderanno più lontano le ghiaje che ne' tortuosi, e deponendosi nelle parti inferiori, rialzeranno gradatamente le parti inferiori, e superiori. Il rialzamento sarà ancora maggiore se i Fiumi rettificati, e inalveati in qualunque modo, verranno a tagliare gl'influenti dov'essi portano altre ghiaje, e materie grosse: poichè così si uniranno in un solo alveo, e le acque insieme, e le deposizioni

D 2 di

di più alvei separati. E con ciò i Fiumi peggioreranno sempre di condizione. Il maggiore alzamento del fondo porterà subito in conseguenza, e l'altezza maggiore nelle piene, e l'infelicità dello scolo nelle campagne adjacenti, e la necessità di alzare, e fortificare sempre più gli argini. Però le regole di riunire, e mantenere diritti, incassati, e pendenti i letti de'Fiumi, quantunque generalmente vere in tutti quelli, che corrono in rena per pianure poco declivi, non si potranno applicare a'Fiumi, che corrono in ghiaja, e sarà sempre miglior partito di lasciarli, come sono, divisi, e tortuosi, o più tosto di attraversare, e interrompere il loro corso, come suggeriva il Viviani, per trattenere le ghiaje nel tronco superiore, quant'è possibile.

E quì possono oppormisi tre sole cose: la prima, che quanto ho detto intorno a'Fiumi ghiarosi, dee limitarsi, e restringersi al solo caso, esaminato dal Guglielmini nella Prop. 5. del Cap. 9. „ che il fiume maggiore corra con poca caduta, e che l'influente aggiunga al recipiente più d'impedimento, che di forza „: la seconda, che quando si accresca notabilmente il declive, e il corpo delle acque, le forze aggiunte al recipiente non rimarranno *cause oziose*, stritoleranno continuamente le ghiaje, e le faranno passare ***dalla grossezza per esempio d'una nocciuola a quella di un cece, e del miglio:*** la terza, che sostenendo con forti chiuse il letto del recipiente, e le foci degli influenti, si potrà impedire l'abbassamento de'loro fondi, e il trabocco delle ghiaje, e avere in tutto il tratto inferiore solamente torbide, e arene. Risponderò distintamente a ciascuna. Il Guglielmini dimostrò nella citata Proposizione ciò, ch'è verissimo: che „ se un fiume maggiore correrà con poca cadu-

„ ta

„ ta, e dopo lasciato di portare ghiara, se gli unirà
„ un fiume, che ne porti dentro il di lui alveo, sarà
„ il fiume maggiore obbligato, o a mutar corso, o ad
„ elevare il proprio fondo nelle parti superiori.„ Nè
però esaminò il Guglielmini cosa dovesse succedere
nel caso opposto, che la caduta fosse assai grande.
Bensì aggiunse che „ se accadesse, che tanta fosse la
„ forza, quanto l'impedimento accresciuto, allora non
„ si altererebbe, in conto alcuno, il fondo del fiu-
„ me unito.„ La qual proposizione, presa teorica-
mente, è verissima. Ma quando si avrà il caso prati-
co, che la forza uguaglj l'impedimento accresciuto,
e lo uguaglj in tutto il tratto inferiore? mentre non
servirebbe, che la forza accresciuta sotto allo sbocco,
spingesse più lontano le ghiaje, quando le avesse po-
scia a deporre inferiormente, rialzando il letto del fiu-
me, prima nelle parti inferiori, e poi col progresso
del tempo ancora nelle altre parti superiori. Il Gu-
glielmini a questo proposito ci lasciò nello stesso luo-
go due regole pratiche, e generali: „ 1°, di non in-
„ trodurre MAI alcun fiume, che corra in ghiara,
„ dentro l'alveo d'un fiume reale, che abbia il fondo
„ arenoso, o limoso: 2°. di non abbreviare MAI la li-
„ nea a quei fiumi, che portano il sasso assai vicino
„ alla propria foce.„

Ora passiamo alla seconda difficoltà, e supponiamo
che uniti, inalveati, rettificati in qualunque modo più
Fiumi, che corrano in ghiara, abbiano un'abbondante
caduta. L'accrescimento della caduta, e del corpo
d'acqua accrescerà certamente la forza, e la forza accre-
sciuta non potrà rimanere *oziosa:* anzi si farà subito co-
noscere spingendo più lontano le ghiare. Ma la forza de'
Fiumi non sarà mai tanto grande, o per portare tutte
le ghiare sino al Mare, o per disfarle copiosamente in
are-

arena. Le cofeguenze adunque faranno, che le ghiare *della groſſezza delle nocciuole*, refteranno fempre *della groſſezza delle nocciuole*, e fi deporranno fempre nel Fiume, rialzandolo, e riempiendolo, come nel primo capo fi è già provato diffufamente. Torniamo di nuovo all'Arno. La caduta è certamente abbondante da Firenze al Ponte a Signa. Non abbiamo una livellazione dell' Arno per faperne la precifa mifura. Con tutto ciò fi può effa in qualche modo dedurre dalla caduta del canale, che ferve per le Mulina, e che derivafi colla pefcaja d'Ogniffanti, entrando poi in Bifenzio, e quindi in Arno. Per quanto mi ha detto il miglior Ingegnere, che abbiamo nel Paefe, il canale avrà per lo meno 5 braccia di caduta alle Mulina di Firenze, 4 a quelle del Barco, 5 a quelle di Petriolo, e più di 8 a quelle di S. Moro. Onde ancora non dando alcun declive a tutto il refto del canale, avrebbe l'Arno per lo meno 22 braccia di caduta dalla pefcaja d'Ogniffanti fino allo sbocco di Bifenzio. La fteffa caduta era pure fovrabbondante al bifogno nel tempo del Viviani, che alla pag. 64. l'avea chiamata *foverchia*. Coll'abbreviazione di un miglio è ftata poi accrefciuta d'un decimo da Firenze al Ponte a Signa. Con tutto ciò non fi è già diminuita di mole a' tempi noftri la ghiaja della Badia a Settimo: ma colle nuove rettificazioni fi è protratta alcune miglia più fotto la ghiaja con groffi faffi.

Quanto alla terza difficoltà fu creduto veramente da alcuni, che attraverfando il letto de' Fiumi colle Chiufe, Cateratte, o Pefcaje, che dir fi vogliono, si poteffero trattenere le ghiaje ne' tronchi fuperiori. Così nel fecolo paffato, per colmare alcuni poderi colle torbide della Nievole, fu alzata la bocca dell'incile fopra i due terzi dell'altezza delle piene. Il fatto andò

tutto

tutto al contrario, e al dispetto di tutte le precauzioni vi passarono le ghiaje. Il P. Grandi nel num. xxv. delle sue *nuove considerazioni sopra l'erezione d'una pescaja nell'Era* ne addusse per ragione che i sassi sollevandosi da' loro fondi coll' impeto dell' acqua, e trasportandosi a qualche altezza, sormontano l' orlo delle pescaje, e si precipitano abbasso, ancorchè il fondo superiore non sia pareggiato coll' orlo medesimo: e in prova di ciò aggiunse l' esempio della pescaja di Ripafratta sul Serchio. Egli è vero però, che come dice il Guglielmini nel Cap. 12. „ edificata che „ sia una di queste cateratte, negando essa il passag- „ gio all' acqua del fiume, è d' uopo che questa si ele- „ vi, e riempia tutto il tratto dell' alveo superiore, „ che stà sopra il livello della soglia, o sommità di „ detta cateratta, formando con ciò uno stagno d' ac- „ qua, la cavità del quale in breve tempo sarà riem- „ pita di materia portata dal fiume, e con ciò alzan- „ dosi il letto del fiume sino all' altezza della chiu- „ sa, darà altresì occasione ad un simile, e propor- „ zionato alzamento nelle parti superiori dell' alveo „ medesimo. „ Soggiugne in oltre il Guglielmini, che „ ristabilito il fondo nella parte superiore alla chiusa, „ tornerà col tempo alla primiera declività, e il fiu- „ me ripiglierà il suo antico genio di portare materia „ simile a quella di prima. „ E ciò avea egli notato ancora nel Cap. 7., che le chiuse „ non trattengono „ già, che i sassi cadenti dalle montagne non si por- „ tino al basso, se non in piccola parte, quanto cioè „ basta a riempire il vano, che forma l' altezza della „ cateratta, quale riempito che sia, torna il fiume a „ portare le materie di prima, o poco meno. „ E però se le chiuse non si facessero risaltare notabilmente sopra il fondo del Fiume, e non si rialzassero conti-

nua-

nuamente, come ſuggeriva il Viviani, non ſervirebbero a trattenere le ghiaje. Il P. Grandi, nelle ſue *riflessioni ſopra l'alzamento d'una peſcaja ſul Fiume Era*, ricavò da' principj medeſimi che il fondo del Fiume dee ſtabilirsi in una curva, ſimile a quella di prima, e tirata dal ciglio della peſcaja per tutto il tratto ſuperiore, ſinchè s'incontri qualch' altra peſcaja, o ſcogliera, o altro oſtacolo naturale, o artifiziale, da cui reſti interrotta la continuità del letto, e che poſſa in conſeguenza conſiderarsi come l'origine equivalente del tronco inferiore.

Ma nella prima parte del ſecondo tomo degli atti della noſtra Accademia è ſtato ottimamente avvertito, che ſe per l'oppoſizione d'una peſcaja tutto il letto del fiume ſi rialzaſſe ugualmente ſino alla prima origine, ſi dovrebbero rialzare altrettanto i letti degl'influenti, e de'ſcoli delle campagne, che nel letto elevato del recipiente incontrerebbero come tante altre peſcaje: il che però non ſi conferma col fatto. Mentre eſſendoſi poſta all'Idice una chiuſa di cinque piedi, non ſi è recato alcun danno a' confinanti, e lo ſteſſo è ſucceduto in Biſenzio. E certamente ſe la velocità del fiume naſceſſe dalla ſola caduta antecedente, ſarebbe vero che oppoſta al Fiume una peſcaja; doveſſe diſporſi il nuovo letto, ſino all'origine, o vera, o equivalente, in una curva, che aveſſe in ſe tutte le innumerabili inclinazioni del fondo antico, e ſimilmente a un di preſſo diſpoſte, come voleva il P. Grandi. Poichè eſſendo proprietà generale de' Fiumi torbidi di ricercare una pendenza determinata, quando queſta in qualunque modo ſia diminuita, al ſopraggiugnere delle piene devono reſtituirſela colle depoſizioni, e rialzare il letto ugualmente per tutto il tronco ſuperiore. Ma nel caſo particolare delle peſcaje, pre-

precipitando le acque dalla sommità loro acquistano una maggiore celerità, e accelerandosi quelle, che si precipitano, si accelerano ancora le altre che seguono, e così tutto il fondo si dispone superiormente in un acclive concavità, come in diversi fiumi ha osservato il Zendrini, e come ho osservato io medesimo alla famosa chiusa di Casalecchio. E di quì nasce che i Fiumi si stabiliscono sopra una declività di letto minor di prima, e che sebbene gl'interramenti possano qualche volta arrivare sino alla loro origine, ciò non ostante non deve mai tutto il letto superiormente rialzarsi tanto, quanto si rialza alle pescaje. Ne' medesimi termini parlò Eustachio Manfredi nel suo Parere intorno alla Pescaja da fabbricarsi sull' Era. „ Arri„ vando il fiume vicino ad una simile libera caduta, „ certo è che acquista per qualche tratto velocità „ considerabile, e la sua superficie per indizio di que„ sto si abbassa, e il corpo dell'acqua si assottiglia, „ fin'a segno di ridursi sulla cresta della chiusa a po„ chissima altezza. Il che posto convien confessare; „ che per tutto quel tratto dee scorrere il Fiume con „ minor pendenza di quella, che richiederebbe il suo „ letto continuato; e per ciò la linea del nuovo fon„ do di sopra alla pescaja non si dee precisamente ti„ rare allo in sù dalla sommità di questa, ma dà quel „ punto, dove comincia ad essere insensibile l'acqui„ sto della velocità, che dà al fiume la libera cadu„ ta, il qual punto è necessariamente più basso della „ linea parallella al vecchio fondo; tirata per la som„ mità della chiusa, benchè sia più alto dell'orizzon„ tale, tirata per la medesima sommità. „

Il Guglielmini già avea accennato nel Cap. 7. che „ „ dovendo l'acqua precipitare da una cateratta, prima „ di arrivare ad essa, acquista della velocità confide-

E „ ra-

„ rabile. „ Eustachio Manfredi aggiunse nelle sue note che „ i galleggianti non si scorgono accelerare il „ loro moto, che a poca distanza dal ciglio della chiu- „ sa, e che però ivi solo si rende sensibile quell'au- „ mento di velocità, che fa scemare l'altezza. „ Per avere qualche precisa osservazione su questo punto, consultiamo uno degl'Ingegneri più pratici, ch' abbia avuto l'Italia in materia d'acque. Il Barattieri nel Cap. 10. del Lib. 6. ci descrisse con 12 stazioni il fondo dello Stirone, nel tratto di 6. miglia, da Borgo S. Donnino fino al sostegno, dal quale discendono le acque con grandissima velocità. Secondo il Profilo, che ci ha lasciato, si abbassa moltissimo la superficie nell'ultimo mezzo miglio, e l'acqua *riceve gran velocità per il suo smaltimento nel precipitarsi da quel sostegno:* Ma qualche abbassamento di altezza incomincia già a farsi nella distanza di un miglio e mezzo, o ancora di due miglia. Così si potranno conciliare i due ultimi testi di Eustachio Manfredi tra loro, e con ciò che ritrovasi negli Atti dell'Accademia. La differenza delle velocità, che può coll'occhio distinguersi ne' galleggianti, si renderà veramente sensibile in poca distanza dalle chiuse. Ma la diminuzione delle altezze, che può comprendersi misurando attualmente le sezioni, e qualche accelerazione dell'acqua si stenderà molto all'in sù. E in fatti tutto ciò, che si dice delle cateratte, si può in qualche maniera, applicare allo sbocco de' Fiumi in Mare, i quali come ha notato il P. Castelli nel Coroll. 14. e come accorda il Guglielmini nel Coroll. 3. della Prop. 2. del Cap. 8., per *la vicinanza dello sfogo libero,* si rendono più veloci, si abbassano di superficie, e, come generalmente si osserva, dispongono l'ultimo loro tronco in un'acclive concavità.

Ora

Ora lo stesso Eustachio Manfredi nella pag. 48. del Dial. 2. fece vedere, che il pelo basso del Pò cammina quasi parallello al fondo, che il pelo alto dalla Stellata a Lagoscuro ha una caduta quasi uguale a quella del pelo basso, e che da Lagoscuro a Raccano il pelo alto s'accosta sensibilmente al pelo basso. Prendendo in mano i Profili del Tevere, del Primaro, e degli altri Fiumi, che vanno a spianarsi sulla superficie del Mare, si vedrà pure, che l'accelerazione delle acque, e la diminuzione delle altezze si stende alla distanza di alcune miglia.

CAPITOLO TERZO

Delle Prime Regole da Osservarsi

Nell' inalveazione de' Fiumi, e de' Torrenti.

DA quanto abbiamo detto si possono chiaramente raccogliere le prime regole da osservarsi nelle nuove inalveazioni de' Fiumi, e de' Torrenti: vale a dire volendoli rettificare, mutar di foce, riunire insieme in qualunque modo, bisognerà tenere il nuovo alveo oltre l'ultimo limite delle ghiaje. Bisogna intendere la natura, e imitarla sempre coll'arte. La natura riunisce insieme qualche volta i Torrenti tra i dirupi delle montagne; e nel mezzo delle gran valli, e delle pianure fertili non unisce i Torrenti, che ancora corrono in ghiaja, cogli altri Fiumi, che portano arene, e torbide. Nè io dovrò cercare di lontano le prove di questa mia proposizione. Ce ne porge un esempio quella gran valle, che da Strabone è chiamata *planities admodum felix, & collibus frugiferis distincta, quam mediam fere Padus dividit*, voglio

 dire

dire la Lombardia. Mentre *dopo che il Pò lascia di correre in ghiaja, non ne riceve più di sorte alcuna da' fiumi tributarj*, come scrisse il Guglielmini nella Prop. 5. del Cap. 9. Anzi il grande osservatore de' fiumi aggiunse di credere, che avendo prima vagato il Pò vicino agli Apennini, o agli Euganei (come portano ancora le antiche Storie), dopo di essere stato quà, e là respinto dalle deposizioni ghiarose degl' influenti, allora solo si sia stabilito di letto, *quando trovatosi, quasi in mezzo della gran Valle della Lombardia, s'è assicurato, che non entrino nel di lui alveo sassi, e ghiare portate da' fiumi influenti*, o come replicò nel Cap. 14., quando avendo finito di correre sopra di un fondo *continuamente ghiaroso*, non ha più ricevuto *da alcuno degl' influenti altra materia che arenosa*. Ecco come opera la natura. Nè ci mancano altri esempj di fiumi, stabiliti pure di letto, in maggior vicinanza delle montagne. Il Reno tra gli Apennini riceve grossi sassi dalla Limentora, dall' Orsigna, e da altri influenti. Ma dopo essersi steso nella pianura, e aver lasciato le ghiare, riceve la Samoggia, e la Samoggia riceve pure il Lavino, dove non trovansi altre materie, che arenose. L' Arno sotto Empoli, e il Tevere sotto la Capannaccia, nè portano, nè ricevono più ghiaje. E certo se qualche fiume, dopo aver lasciate le ghiaje, ne ricevesse da qualche influente; secondo gl' insegnamenti del Guglielmini, non avrebbe ancora stabilito il suo letto, nè arriverebbe a stabilirselo finalmente, se non volgendosi per que' luoghi, a' quali più non giugnesse ghiaja di sorta alcuna.

Applichiamo tutti questi principj a qualche caso particolare. Nella celebre Visita di Monsignor Riviera avea proposto il Corradi di rivolgere la Samoggia, e il

e il Lavino nel Reno al Trebbo, e d'incamminare il Reno per un nuovo alveo, che andasse dal Trebbo alla Riccardina, indi al Serraglio, e a Fusignano, raccogliendo gli altri Torrenti del Bolognese, e della Romagnuola, e portandoli poi nel Lamone, e accompagnandoli col Lamone medesimo sino al Mare. Nel libro degli *Effetti dannosi* le ripropose il Corradi quella prima sua linea, con qualche mutazione in tutto il tratto compreso tra il Senio, e l'Idice, ch' era principalmente di rivolgere le acque dalla Riccardina alla Mezzolara per lo stesso letto dell' Idice, e di portarle alla selva Malvezzi, e verso S. Bernardino, prima di tagliare il Senio poco sotto a Fusignano. L'anno 1760. fu pubblicata in Bologna una scrittura anonima, che avea per titolo, *Nuovo, e real Progetto ec.* nella quale si proponeva di prendere la Samoggia sotto la Chiesa delle Budrie, il Lavino di sopra al Ponte della via di S. Giovanni, il Reno alla Longara, e di rivolgere le acque in un nuovo alveo, che ricevesse tutti gli altri torrenti, e scoli, e tutti insieme li ricapitasse in Primaro, andando direttamente dalla Longara al Moro, e dal Moro a S. Alberto. Dando una semplice occhiata alle Mappe, si vede subito, che nella prima, e superior parte, dalla Samoggia alla Quaderna, la nuova linea della Longara, o s' intreccia, o si scosta assai poco dalla prima linea del Corradi: e che dalla Quaderna sino al Santerno conviene colla seconda linea, tagliando anch' essa le campagne della Selva, e di S. Bernardino, che sono delle più colte del Bolognese, e della Romagna bassa. La massima deviazione in alcuni luoghi non arriva a due miglia, ch' è quanto basta per poter considerare la linea della Longara come un composto delle altre due linee, dalla Samoggia sino al Santerno. Ma inoltre è da notarsi, che

che nella prima esposizione del suo Progetto accennò il Corradi le due *maggiori difficoltà*, che se gli potevano opporre, vale a dire, che il nuovo alveo non avesse caduta bastante, e dovesse correre *in ghiaja interrottamente:* e supponendo che la caduta fosse veramente di venti piedi superiore al bisogno, suggerì che per avere il nuovo alveo *sicuramente fuori di ghiaia, potea condursi più al basso, facendo la diversione anche sotto del Trebbo* (a). L'Autore anonimo del Nuovo, e real Progetto, credendo che la Samoggia alle Budrie, e il Reno alla Longara non portassero più *ghiaje, e materie grosse* (b), fissò que' luoghi per la diversione. Così il Nuovo, e Real Progetto dalla Samoggia sino a Santerno, sarà precisamente lo stesso, che avea già proposto il Corradi, e che poi conveniva continuare dal Santerno, e dal Moro fino al Primaro, più tosto che nel Lamone, in vicinanza di S. Alberto.

Incominciamo da' puri fatti. A' tempi del Guglielmini si estendeva la ghiaja del Reno cinque miglia sotto alla Chiusa di Casalecchio, ch'è quanto dire sino alla Chiesa del Trebbo, e innanzi a tempi del Guglielmini si era stesa la ghiaja molto di più, com'egli stesso ci lasciò scritto alla pag. 353. Non occorre ricercar la cagione della diversa protrazione della ghiaja in diversi tempi. Forse a' tempi del Guglielmini, essendosi alzate di fondo, e divenute incapaci le Valli a più ricevere il Reno (per servirmi delle parole del Voto d'Adda, e Barberini), si sarà ancora reso men libero il di lui corso, e in conseguenza diminuita la forza di spignere più lontano le ghiaje. Dopo que' tem-

(a) Visita Riviera pag. 147.
(b) Nuovo e Real Progetto pag. 5., e 10.

tempi s' è raddrizzato col taglio Vedrara quasi due miglia l'alveo del Reno poco sotto l' ultimo limite delle ghiaje, e si sono aperte nuove rotte, e sempre più vicino a Bologna. Così adunque si sarà richiamato l'antico genio del fiume di portare le stesse ghiaje a maggiori distanze. Ma comunque siasi di ciò, è un puro fatto che circa un miglio sotto alla Chiesa del Trebbo il letto del Reno è ricoperto presentemente di ghiaje, sassi, e ciottoli assai grossi: che nel fondo del fiume si estendono le ghiaje, e i sassi ancora sotto alla Chiesa della Longara: che andando più oltre si trovano degli altri greti di ghiaje scoperte dalle deposizioni interrottamente sino a Malacappa, e sino al Bagno: e che i contadini vanno anche sotto alla Longara a prendere le ghiaje col carro, e se ne servono per accomodare le strade, sicuro indizio che quelle ghiaje non sono nè così poche, nè così piccole, e che non possono credersi le ghiaje antiche, lasciate una volta dal Reno prima de' tempi del Guglielmini. Ho voluto verificare cogli occhj proprj, e in compagnia di persone assai note, e colle testimonianze de' contadini più pratici tutto il fatto, perchè non mi si chiamasse più in dubbio.

Nè mi si opponga, che quelle ghiaje non bastano per poter dire, che il Reno tuttavia corre in ghiaja alla Longara, e che secondo il Guglielmini *per fiume che corra in ghiaja quello si deve intendere, che spesso muta il suo letto, quello che non può mantenere la propria rettitudine, che tiene isole, che si divide in più rami, che vuole una soprabbondante caduta, che non si può contenere ec.* Mentre così verrebbe a provarsi, che, per esempio, al Ponte a Signa l'Arno non corre in ghiaja, perchè *non forma isole, non si divide in più rami ec.* Ma il Guglielmini

ni non ha mai definito a quel modo i fiumi, che corrono in ghiaja. Ecco tutto quello che ha scritto alla pag. 186. „ I fiumi, i quali corrono in ghiara, dif-
„ ficilmente ponno mantenere la rettitudine: perchè
„ spingendo essi irregolatamente, e con moto lento,
„ le ghiaje, molte volte le ammassano, e le lasciano,
„ al cessare della piena, nel mezzo del proprio cor-
„ so: ond'è, che facendosi dossi, sforzano questi la
„ corrente a voltarsi da quel lato, ove, trovando
„ qualche volta materie poco resistenti in tempi di
„ acqua bassa, può profondare un nuovo alveo, e fa-
„ re come una chiamata alla piena sopravveniente.
„ Di quì anche nascono, la moltiplicità de' rami, che
„ hanno i medesimi fiumi in ghiara, le isole, che
„ dalla divisione, e riunione di detti rami derivano;
„ ed inoltre la continua variazione del letto, e del
„ filone, osservandosi ad ogni piena, in ciò qualche
„ notabile mutazione. Quindi è ancora la larghezza
„ soprabbondante degli alvei ghiarosi, e la poca sicu-
„ rezza, che si ha da' ripari fabbricati per difesa del-
„ le ripe, e conseguentemente il poco frutto, che si
„ ricava da' mezzi che si adoprano per mutarli di cor-
„ so, ed obbligarli a correre, quanto più si possa
„ rettamente; potendosi dire, che i fiumi in siti si-
„ mili siano quasi indomabili, o almeno richiedano
„ una più che ordinaria vigilanza, ed assistenza, per
„ essere mantenuti in dovere; e ciò è sempre tanto
„ più vero, quanto le ghiare o sassi sono copiosi, e
„ più grandi di mole. „ Dalle quali parole, *difficilmente*, *molte volte*, *qualche volta ec.* non può inferirsi che i fiumi corrano in ghiara, allora, e solamente, quando *si dividono in rami formano isole ec.* Il Guglielmini poco dopo disse d'intendere per fiumi, che corrono in arena, quelli, che hanno una

quasi

quasi intera uniformità della materia, dalla quale viene composto l'alveo: e ne' passi già riferiti al principio di questo Capitolo disse, che un fiume non porta ghiaja in un altro quando veramente non ne porta *di sorte alcuna*, o quando non porta *altra materia che arenosa*.

Il Reno adunque *porta* ad di là della Longara ghiaje, e piccole, e grosse, in non piccol numero, e per conseguenza vi *corre* in ghiaje. Nella Samoggia, nel Lavino, nella Savena, nell' Idice, nella Centonara, nella Quaderna *si estendono* pure le ghiaje, dove più, dove meno, ma sempre molto al di sotto del progettato alveo della Longara. Lo stesso Autore del Nuovo, e Real Progetto nella Risposta a' Signori Zanotti, e Marescotti al num. 11. ha confessato, che *vi sia ghiaja nel fondo della Samoggia in faccia alle Budrie più che negli altri influenti*. Il Lavino oltre il Ponte della via di S. Giacomo porta in tanta copia le ghiaje, che si rialza di fondo sensibilmente. E nell' uno, e nell' altro di questi due Torrenti arrivano le ghiaje poco lontano dalla loro confluenza. Nell' Idice si trovano e ghiaje, e sassi anche alla Mezzolara, e mi hanno attestato i Contadini, che occorrendo di prenderne per gli usi, e comodi delle strade, da un carro di arena, e ghiaja si suol cavare la terza, o la quarta parte di ghiaja. Si è pure ultimamente verificato da' Periti sulla faccia de' luoghi, che nella Centonara arrivano le ghiaje fino alla Madonna della Rondanina, e nella Quaderna fino due miglia sotto lo sbocco della Gajana. Ciò posto non dirò io solamente di parermi impossibile che la Samoggia, e il Lavino non abbiano a portare nell'alveo progettato della ghiaja ben grossa, e di sospettare che l'Idice, e la Quaderna vi possano portare breccia, o ghiaja mi-

nuta: come Eustachio Manfredi oppose una volta al Corradi nelle pag. 77., e 81. del *Compendio*. Dirò che la linea della Longara taglierebbe senz'alcun dubbio tutti i Torrenti del Bolognese, dov'essi portano ghiaje piccole, e grosse: che supposta la dovuta pendenza le ghiaje della Samoggia arriverebbero sino al Lavino, e quelle del Lavino entrerebbero nel Reno, e le altre de' Torrenti inferiori, ajutate dall'impeto delle acque unite, sarebbero spinte più avanti: che dalla maggior caduta del nuovo alveo non si potrebbe giammai sperare una diminuzione sensibile della quantità, e della mole delle ghiaje medesime: che colle loro deposizioni si avrebbe un continuo rialzamento di fondo, un maggiore pericolo di rotte, e una maggiore difficoltà de' scoli della campagna: e che però il *Nuovo, e Real Progetto* è interamente contrario alle prime regole, che si dovrebbero osservare nelle nuove inalveazioni de' Fiumi.

Ma per ciò che appartiene alla caduta, si oppongono a quel Progetto molte altre importantissime difficoltà. L'Autore Anonimo raccogliendo dalle antiche livellazioni, che il fondo del Reno alla Longara avesse una caduta di piedi 72 sopra il fondo assegnato al nuovo alveo verso lo sbocco del Santerno in Primaro, e distribuendola per tutto il tratto inferiore in ragione di 3 piedi per miglio sino all'Idice, e poi di 28 once dall'Idice al Sillaro, e finalmente di once 22 dal Sillaro sino in dirittura allo sbocco del Santerno, oppure d'once 17 dal Sillaro a S. Alberto; l'ha creduta sovrabbondante al bisogno. Ora per portar le acque da un punto all'altro, non devesi solamente considerare la differenza delle altezze ne' due estremi; e quand'anco la caduta totale sia sufficiente, bisogna inoltre esaminare con qual proporzione si diminuisca il

il declive della campagna in tutto il tratto intermedio. E quì possono succedere due differenti, e opposti casi: vale a dire che i terreni inferiori abbiano una declività, o maggiore, o minore di quella che converrebbe. Nel primo caso sarà necessario di far grandissime escavazioni, e di far cadere gl'influenti da ben alte, e dispendiose pescaje: e nell'altro bisognerà tenere il fiume per aria, non vi si potranno più ricevere i scoli, e in caso d'una rotta non si potranno ricuperare più gli argini. Secondo le antiche, e le moderne livellazioni, la già descritta linea della Longara incontrerebbe in diverse parti e l'una, e l'altra di queste due difficoltà. Da S. Alberto fino al Santerno vi vorrebbero escavazioni assai profonde. Per tutto il tratto, che resta tra 'l Sillaro, e la Centonara, il fondo del nuovo alveo riuscirebbe notabilmente più alto del piano della campagna. Alcuni scoli potrebbero avervi ingresso, quando fossero deviati, e ricapitati più sotto. Alcuni altri però, come la Menata, il Menatello, e la Garda non avrebbero altro ripiego se non se quello di tante botti sotterranee, che la loro moltiplicità, e grandezza riuscirebbero dispendiosissime, e d'esito molto incerto. Dalla Centonara passando al Reno, resterebbe tutto sepolto fra terra il nuovo alveo, riceverebbe l'Idice, e la Savena da altissime pescaje, e dovrebbe passare con un Ponte-Canale sopra il Naviglio. Poi continuando la stessa linea dal fondo del Reno alla Longara fino al Ponte della via di S. Giovanni, colla pendenza di piedi $3\frac{1}{2}$ per miglio, il Dosolo vi resterebbe inferiore di piedi $2\frac{3}{4}$, la Canocchia di piedi $7\frac{3}{4}$. Richiedendo finalmente la Samoggia solitaria, nelle prime due

miglia ſotto alle Budrie piedi 11 $\frac{1}{2}$ di caduta, e avendone ſolo 5 $\frac{1}{3}$ andando dalle Budrie direttamente nel Lavino al detto Ponte, mancherebbe di circa 6 piedi di caduta. E' queſto un riſultato delle ultime livellazioni, nè vi è quì luogo ad alcuna replica.

E quindi è che l'Autore del Nuovo, e Real Progetto, *per fuggire primieramente ogni timore di ghiaja, e tutte le botti ſotterranee, e poi per avere tutto l'alveo fra terra*, ha dichiarato di laſciare la linea della Longara nel numero delle ſemplici *ipoteſi*, ed ha in vece abbracciato l'altro Progetto d'incominciare la diverſione della Samoggia ſotto la confluenza del Lavino, e quella del Reno ſotto a Malacappa. Ciò non oſtante giacchè ſono quì entrato di bel nuovo a trattare della linea della Longara; vogliono la verità, e la ragione, ch'io non paſſi ad altri argomenti ſenza riaſſumere brevemente la mia prima queſtione contro l'Autore Anonimo, e giuſtificar tutto il reſto, che ho di già ſcritto ſu tal propoſito. Ho letto adunque nella pag. 6. del Nuovo, e Real Progetto, che *del Reno al Santerno eſſa linea è retta quaſi a rigore*, e in oltre ch'è *la più breve, la più felice, e ſtabile eternamente:* e di quì ho inferito che il nuovo alveo, ſecondo l'Autore, doveſſe e *coſtruirſi*, *e conſervarſi* quaſi rigoroſamente rettilineo. Ne ho viſto addotta qualche ragione alla pag. 14., che *non v'ha luogo da temere, che nella ulteriore eſcavazione da farſi, naſcano froldi, e tortuoſità, dacchè l'eſperienza in altre operazioni ſimilmente fatteſi ci ha ammaeſtrati che la natura conſerva geloſa la primiera direzion rettilinea*. Ecco i dati medeſimi dell'Autore. Le mie objezioni erano principalmente: 1°. che tutta la Geogra-

grafia non ci somministra l'esempio d'un Fiume retto quasi a rigore, senza tortuosità, e senza froldi: 2°. che la natura in tutti i movimenti dell' Universo non ha mai mostrato di avere alcuna *gelosia* per le linee rette: 3°. che l'arte può conservare per qualche tratto sensibilmente rettilinei que' Fiumi, che non portano materie grosse, e che trattandosi d'un nuovo Fiume di 40 e più miglia di lunghezza, il quale dovesse portare e ghiaje, e sassi, e ricevere tanti diversi influenti da tanto diverse altezze, e con piene non contemporanee tra loro; nè l'arte, nè la natura potrebbero impedire giammai che si allungasse sensibilmente la linea, e si disponesse in una serie di archi concavi, e convessi.

L'Autore del Nuovo, e Real Progetto mi ha replicato: 1°, che il Guglielmini nel principio del Cap. 14. ha insegnato, che *i tagli distesi in una linea sola godono d' una prerogativa essenziale per riuscire giovevoli, e sicuri*: 2°, che la diversione del Ronco, e del Montone, che il nuovo alveo del Lamone, che il Cavo Benedettino, e tanti altri tagli si sono disegnati in linea retta: 3°, che io medesimo avevo proposto di rettificare il Primaro, continuando il Cavo Benedettino in linea retta, e per la strada più breve alla Bastìa. Consideriamo tutto minutamente. In primo luogo avendo io progettato la continuazione del Cavo Benedettino in linea retta, non ho mai detto, nè pensato di trattare di linee *rette quasi a rigore*. Neppure ho mai pensato che il nuovo Fiume dovesse correre *eternamente* senza serpeggiare qualche poco tra le golene, le quali appunto si sogliono lasciare a' Fiumi, perchè possano accomodarsi il loro letto, senza intaccar subito gli argini. Anzi essendomi espresso che il Cavo Benedettino doveasi continuare *nella minima sezione*

del-

della Valle di Marmorta, e che doveansi premettere gli opportuni scandagli del terreno, per determinare *la direzione, e la forma da darsi sicuramente al nuovo alveo*; chiaramente appariva che non intendevo già di assegnare per la continuazione del Cavo Benedettino una sola, e semplice linea sensibilmente retta. E in fatti nella prima esposizione di quel Progetto non ho contato di abbreviare la strada che di tre miglia, e nelle Mappe distribuite, e segnate nella stessa occasione, ho fatto piegare qualche poco la traccia dell'alveo, che proponevasi, verso il Canale della Beccara, dove sapevo per relazione di più Periti, ciò, che sulla faccia del luogo, e da me, e da altri si è poscia verificato, che la sezione della Valle di Marmorta è la minima, cha non vi, sono mai state cuore, e che il terreno è abbastanza sicuro, e stabile per reggere al peso degli argini. Pensavo adunque di provedere alla sicurezza, e insieme alla brevità, e al declive della strada, allontanando le acque dal Polesine di S. Giorgio, e portandole direttamente dal Cavo Benedettino alla Bastìa. Questo precisamente si è il caso, esaminato dal Guglielmini, nel medesimo luogo, che mi ha opposto l'Autore Anonimo, e in cui si tratta unicamente *dei tagli, che s'intraprendono a fine di allontanare il fiume da qualche sito, al quale colle corrosioni, o in altra maniera pregiudica*. Così è tutta in mio favore l'opposta autorità.

Vediamo se nel Capo citato si trovi qualch' altra cosa, similmente applicabile agli altri casi, e massime a quello del Nuovo, e Real Progetto. Soggiugne il Guglielmini, che *ne' fiumi, che corrono in ghiara, non sono d'esito sicuro i tagli*, e accenna le stesse ragioni, che poco fa abbiamo trascritto distesamente, e che sono state giustificate sempre dall'esperienza, come

me nel taglio della Dora presso Torino. Poi passa il Guglielmini a trattare delle nuove inalveazioni de' Fumi, e incominciando dal caso che un Fiume debba condursi al suo termine *senza la mescolanza di nuove acque*, dice che l'impresa è assai facile, quando la caduta del nuovo alveo non sia minore della caduta dell'alveo vecchio: e questo sarebbe il caso della diversione del Ronco dopo la confluenza del Montone. Parla in seguito il Guglielmini de' nuovi alvei destinati a ricevere più Fiumi, e insegna che quando i Fiumi da riunirsi *portino tutti materia omogenea per esempio arena*, che vi sia caduta, e forza sufficiente a spignerla sino al suo termine, e che il nuovo alveo possa restare incassato nel piano della campagna, sarà pure sicuro l'esito della nuova inalveazione: ch'è quello che si sperava nel Progetto del Cavo Benedettino. Finalmente conclude il Guglielmini: *Ma quello che porta seco maggiori difficoltà, e che non può accertatamente praticarsi, se non quando si ha caduta esorbitante, ed altezza di piano di campagna considerabile, si è il caso, nel quale i fiumi influenti portino materie più pesanti di quelle del fiume principale al punto dell'intersecazione*. Questo è il caso preciso della linea della Longara, che per un tratto considerabile resterebbe anzi superiore al piano della campagna, il cui declive non sarebbe certamente esorbitante, e in cui il Lavino, e l'Idice per esempio, porterebbero al punto dell'intersecazione materie più grosse di quelle, che vi arriverebbero dalla Samoggia, e dalla Savena. In questo genere d'inalveazioni avvisa chiaramente il Guglielmini, che *manca una regola certa*, e che il metodo d'incominciare gradatamente l'inalveazione dagli ultimi influenti, e osservare cosa succede, potrebbe al più dare qualche barlume in materia

ria così ardua. Adunque il Principe degl'Idrostatici era ben lontano dal credere, che una linea, come quella della Longara, fosse *assistita da tutte le possibili ragioni*, e potesse riuscire *stabile eternamente senza tortuosità, e senza froldi*.

Bisogna per altro riflettere che il Guglielmini in quel luogo non trattò espressamente di un caso, che non ha esempio nelle Storie, cioè della nuova inalveazione di tanti Torrenti, per 40 e più miglia di lunghezza. Ci parlò egli d'un tuono ancor più forte nella Scrittura, ch'è inserita alla pag. 137. del to. 2. della Raccolta di Firenze, e in cui esaminò il Progetto allora proposto d'incominciare la diversione del Reno al Trebbo, e di rivolgere tutte le acque a Levante fino alla foce del Fiume Savio. Mentre dopo aver fatto alcune riflessioni, ch'erano proprie, e particolari di quel Progetto, cioè che la campagna non è alta bastantemente per fare spalla naturale a' Fiumi nella pretesa inalveazione, soggiunse poi generalmente, che *quand' anco la campagna tutta fosse tant' alta, che bastasse a tenere incassata per tutto, e perpetuamente l' acqua, l' eseguirla sarebbe un operare alla cieca per più capi, primo perchè tale intrapresa non ha esempio, che possa dar norma ec.* La stessa difficoltà fu opposta da Eustachio Manfredi al Corradi nella pag. 78. del Compendio, che *la natura non ci somministra in alcun luogo un esempio, che possa servirci di regola*. E in fatti gli antichi Romani, che ci lasciarono tante illustri opere di acquedotti, di canali navigabili, e di paludi bonificate, giudicarono poscia impraticabile la diversione degl'influenti dal Tevere, ancor ne'tempi più floridi della Repubblica. Della riunione delle acque del Pò in un solo alveo non scrisse altro Strabone nel lib. 5., se non che essendo pa-

paludosa una gran parte *ejus quæ intra Padum est regionis, exsiccavit eas paludes Scaurus fossis navigabilibus ductis a Placentia Parmam usque*. Della fossa incominciata già da Nerone dal Monte Averno ad Ostia, ci restarono solamente, come dice Tacito, *vestigia irritæ spei*. La diversione fatta da Q. Curio Ostiglio del Mincio dalla Fossa Filistina nel Pò, lo sbòcco aperto da Claudio al Lago di Celano nel Garigliano, la diversione del Sile, e degli altri influenti dalla Laguna di Venezia, ed altre opere simili, quantunque grandi, e dispendiosissime non si potrebbero paragonare che in qualche parte al Progetto proposto dal Corradi.

Eustachio Manfredi aggiunse alla pag. 80. dello stesso *Compendio*, che il nuovo Fiume, investito per fianco da tanti sbocchi di tributarj, farebbe delle piegature nelle rive opposte, si ravvolgerebbe dentro la cassa degli argini, e si allungherebbe infallibilmente la linea: che non si trova un Fiume il quale o cammini retto per tante miglia, o almeno abbia il letto composto in sì lungo spazio di due, o tre tronchi retti: e che un tale allungamento potrebb'essere probabilmente della metà, o d'un terzo di tutto l'alveo. Ma nell'ultima riproduzione del Progetto Corradi, voglio dire nel Progetto della Longara, v'è ancor di più. L'Autore Anonimo ci ha descritta la forma del nuovo alveo, e vi ha precisamente assegnato dieci piedi di profondità, e dieci pertiche di larghezza dalla Longara fino al Primaro, con dieci, e poi quindici pertiche di golena per parte, e dieci piedi d'altezza d'argini. Io gli ho subito opposto che un alveo così ristretto sarebbe stato la metà in circa del presente alveo del Reno. Egli mi ha replicato in primo luogo che, secondo la definizione del Guglielmini, per *al-*

veo si deve intendere non il solo scavo di mezzo, ma tutta la cavità compresa tra il fondo, le ripe, e gli argini: che il Reno sopra la Rotta Panfili corre in alcune sezioni con 11 piedi d'altezza, e sole 20 pertiche di larghezza: e che così tutta la sezione quadra del nuovo alveo riuscirebbe anzi maggiore delle sezioni indicate del Reno. Prendiamo di nuovo in mano il Guglielmini. Si legge alla pag. 56., che la cavità, dentro a cui esercitano le acque il loro moto dal principio superiore del corso fino al fine, si chiama *alveo*, *letto*, *o canale*: che le parti laterali, le quali contengono l'acqua ristretta, e sollevata di superficie a qualche altezza, si chiamano *sponde*, *o ripe*: che le sponde, o sono naturali, o artificiali che si chiamano *argini*. Poi segue alla pag. 57. „I Fiumi, che hanno „ bisogno d'argini, hanno anche, per lo più, distin- „ te le sponde in più parti, osservandosi che tra gli „ argini (che sono l'ultime sponde destinate a conte- „ ner l'acqua nella sua maggior altezza) stà disteso „ *un canale, che propriamente si dice alveo del fiu-* „ *me*, con le sue ripe non tanto alte, che nell'escre- „ scenze non siano sormontate. Tutto il terreno, che „ sta fra detta ripa, e l'argine, si chiama golena.„ Dunque ne' Fiumi, che hanno distinte in più parti le loro sponde, o sia che hanno ripe, golene, ed argini, come il Reno, secondo la definizione del Guglielmini, dovrà chiamarsi *alveo* il canale compreso tra il fondo, e le semplici ripe, che si sormontano nelle piene, cioè il solo scavo di mezzo, e non già tutto lo spazio che si contiene tra il fondo, le ripe, le golene, e gli argini. Ora qual'è l'ampiezza dello scavo, o sia dell'alveo del Reno? Nelle sezioni, che ha indicato l'Autore Anonimo, ha il Reno 20 pertiche di larghezza tra ciglio, e ciglio delle ripe: e il Gu-

Guglielmini nella Scrittura, che si è citata nel paragrafo antecedente, dice che il solo Reno ha bisogno *d'un cavo di larghezza di pertiche* 20. Dunque a giudizio del Guglielmini la larghezza del nuovo alveo della Longara sarebbe precisamente la metà di quella del Reno. Io ho detto *la metà* in circa, perchè si va sempre più restringendo l'alveo del Reno, dove più si assottigliano le materie, e sotto allo sbocco della Samoggia ha veramente una larghezza di 16, o 17 pertiche.

E poi non ha confessato egli stesso l' Autore del Nuovo, e Real Progetto alla pag. 13. che *la larghezza dell' escavazione in sole dieci pertiche costanti per tutto, non è bastevole al corpo d' acqua, cui tal Fiume è destinato?* Non ha egli aggiunto alla pag. 14. che *l' impeto dell' acque dovrà necessariamente escavare, ed acquistarsi in brieve tempo il rimanente della bisognevol larghezza?* Anzi ha aggiunto l' Autore, che la natura potrebbe ridurre *l' alveo* alla larghezza di circa 18, o 20 pertiche dal Reno, al Sillaro, e di circa 25 dal Sillaro fino all' ingresso in Primaro. E' adunque interamente conforme al senso, e alle supposizioni medesime dell' Autore la mia difficoltà. O si faranno a poco a poco le corrosioni, e trattanto le piene non avranno spazio bastevole per contenersi. O le corrosioni si finiranno in poche piene, e il nuovo alveo allargandosi quasi al doppio per tante miglia, scomponendo, e portando via una smisurata quantità di materia; come mai potrà corrodersi da per tutto egualmente, e conservare la prima sua rettitudine, e più tosto non divenire tortuosissimo, e irregolare? Ma quì dallo stesso Autore mi viene di nuovo opposto il Guglielmini, che ci lasciò scritto alla pag. 397. che „ quando il guadagno della caduta

 „ fosse

„ fosse considerabile, ed uguale, o minore la lunghez-
„ za della strada, ed in oltre quando il filone entrasse
„ se a dirittura nell'alveo nuovo, basterebbe escavare
„ l'alveo per la quinta, o sesta parte (più, o meno
„ secondo le diverse condizioni ec.) della larghezza
„ naturale del Fiume; perchè cominciando a correre
„ l'acqua dentro il nuovo alveo, e trovandovi faci-
„ lità di corso, col tempo se lo proporzionerà al bi-
„ sogno; ed interrirà l'alveo vecchio. „ Io non insi-
sterò, rispondendo su quanto segue, che *tutto ciò si deve intendere rispetto ai Fiumi torbidi*. Avviserò solamente, che in quel luogo parlava il Guglielmini del caso, in cui si volesse a poco a poco richiamare il Fiume dall' alveo vecchio nel nuovo: e che il caso è assai diverso nel Nuovo, e Real Progetto. E chi non vede gli sconcerti che seguirebbero se le acque del Reno incominciassero a correre alla Longara divise tra 'l vecchio, e 'l nuovo alveo? Quì trattasi di divertire tutto il Reno in una volta, e si conta sul declive, e sul corpo di tutte le acque. Il Guglielmini nella pagina antecedente ci ha insegnato, che, *se si pretende di voltar il Fiume tutto in una volta per l'alveo nuovo, allora bisogna dargli la larghezza, ch' è propria del fiume vecchio*.

Poche altre cose mi restano da replicare. L' Autore Anonimo avea proposto alla pag. 11. di assicurare con tante chiuse gli sbocchi degl' influenti, *ad oggetto appunto che i fondi superiori si conservassero sempre inalterati, e quindi non entrasse nel nuovo recipiente se non quella precisa qualità di torbida, che di presente scorre ne' respettivi alvei, che ora esistono*. Io sotto nome di *quella precisa qualità di torbida*, non potevo intendere le arene grosse, le ghiaje, e i sassi, ma solamente quelle materie, che, in-

incorporandosi all' acqua, le tolgono la trasparenza. Per tanto ho scritto, che dalle chiuse sarebbero traboccate ancora le altre materie grosse, ed ho accennato le ragioni, diffusamente spiegate, e difese nel Capo antecedente. Quindi ho inferito, che nella linea della Longara restava sempre certo il pericolo d' interramenti, di tortuosità, e di rotte, ed ho aggiunto, che le rotte potevano riuscire fatali alla stessa Città di Bologna. E con ciò non ho fatto altro che replicare quanto Eustachio Manfredi nella pag. 81. del Compendio avea già opposto al Corradi, specificando *la rovina, che sovrasterebbe al Territorio, e forse alla Città stessa di Bologna*. Nè vi vuol molto a comprendere, che trovandosi ora la Città con Savena a Levante, e a Ponente il Reno, che colle corrosioni la incomodano fino nelle maggiori vicinanze, peggiorerebbe sempre di condizione quando avesse a Tramontana il Reno unito alla Samoggia, nella distanza di quattro miglia, e in un alveo come quello, che ci ha proposto l' Autore Anonimo. Tratterò poi a suo luogo delle altre difficoltà di Eustachio Manfredi, perchè sono ugualmente applicabili a qualunque simil Progetto d' un alveo nuovo. Intorno alla natura delle ghiaje, all' esempio dell' Arno, e a tutti gli altri punti di controversia, penso di avere già risposto abbastanza.

LI-

LIBRO SECONDO

DE' FIUMI, E DE' TORRENTI

CHE PORTANO ARENE, E TORBIDE.

CAPITOLO PRIMO

Del modo di regolare gli Alvei vecchj de' Fiumi, e de' Torrenti.

PRINCIPALMENTE DEL BOLOGNESE, E DELLA ROMAGNA.

RAcconta Tacito nel lib. I. de' ſuoi Annali, che eſſendoſi propoſta nel Senato Romano la diverſione degl' influenti dal Tevere, benchè l' urgenza, e l' importanza di rimediare alle troppo frequenti inondazioni della Città capitale del Mondo, parea che giuſtificaſſe abbaſtanza il Progetto, datoſi orecchio al ricorſo delle Provincie intereſſate, prevalſe a tutti il detto di Piſone, *qui nil mutandum cenſuerat*, eſſendoſi conſiderato, tra gli altri motivi, che la natura avea aſſai meglio dell' arte ſaputo provedere a' noſtri biſogni, nell' aſſegnare a' Fiumi quell' origine, quel corſo, que' confini, que' termini, ch' erano più opportuni: *Optime rebus mortalium conſuluiſſe naturam, quæ ſua ora fluminibus, ſuos curſus, atque originem, ita fines dederit*. Il P. Grandi nella ſua *informazione circa una nuova terminazione propoſta dell' Era*, incominciò da queſt' eſempio a provare, che il Proget-

getto di raffettare, e fortificare l' antico alveo di quel Torrente, dovea preferirsi al Progetto d' un alveo nuovo. Aggiunse il P. Grandi due altri esempj, che il famoso Viviani, nella terminazione della Sieve, avea seguitato i confini del letto antico delle acque, e nella terminazione del Bisenzio, avea fatto lo stesso, secondando le tracce del vecchio alveo, e rettificandolo solamente in un luogo, dove formava un seno lungo, e tortuoso. E così pure si è praticato ordinariamente in altri casi consimili. Il Sig. Cornelio Meyer, celebre Ingegnere Olandese, nell' informazione, che tengo presso di me manoscritta, intorno al modo di liberare la Città di Pisa dalle inondazioni dell'Arno, disapprovò tutti gli altri Progetti di mutare l' alveo del Fiume, e si restrinse a proporre di migliorare la foce, di alzare, e rinfiancare le spallette, di correggere le svolte, e rettificare le tortuosità maggiori del letto vecchio. Anche il Sig. Gennetè seguitò ultimamente in Olanda le stesse massime. Il Reno grande, entrando in Olanda, si divide in quattro rami principali, il Wahal, che poi si congiunge colla Mosa, il Leck, l' Yssel, e un altro ramo più piccolo, che ritiene il primo nome di Reno, e sotto a Utrecht si divide in due altri canali navigabili. Una così grande division d' acque portando grandissimi vantaggi alla navigazione, e al Commercio dell' Olanda, compensa poi i vantaggi medesimi col continuo rialzamento di tutti i letti, colla difficoltà sempre maggiore de' scoli, e colla spesa di mantener que' Fiumi come sospesi in aria tra gli argini, e co' danni, che per qualunque rotta soffrono vasti terreni, e che minacciano tutto il paese d' una total rovina. Per liberare dalle inondazioni la parte di Olanda, che resta compresa tra Utrecht, Amsterdam, Roterdam, e l' Oceano, l' anno 1754. fu

fu proposto il Progetto di fare nel Leck un taglio, con cinque chiuse, larghe 15 piedi l' una, che dovevano levare circa un sedicesimo di tutta l' acqua del Fiume, portandola vicino a Gorcum nella Meruva, ch' è l' unione della Mosa, e del Wahal. Il Signor Gennetè, considerata l' inutilità del nuovo alveo, e la spesa, che avrebbe portato, di circa sei milioni di fiorini, propose in vece di riunire tutte le acque del Reno nel vecchio ramo dell' Yssel, rettificandolo, riducendolo a una larghezza uniforme, e secondando così la natura nell' unire, e rivolgere tutte insieme le acque al Mare.

Il Guglielmini, nella Scrittura sopracitata, terminò collo stesso passo di Tacito il suo Parere di lasciar correre il piccol Reno, e le altre acque del Bolognese, a Tramontana, e nelle parti più basse della campagna, piuttosto che inalvearle a Levante per altre linee superiori. Disse che riflettendo alle direzioni, che i Fiumi della Lombardia, e della Romagna hanno dentro alle Valli, e alle strade, che i Fiumi naturalmente da loro stessi si sono elette scorrendo per la pianura; si vede che tutte queste vanno da Mezzodì a Settentrione „ segno manifesto, „ che l' inclinazione della natura è di mandarli a sboc- „ care ad un termine, che loro stà a Settentrione non „ a Levante, e che il dire di voltare i fiumi predet- „ ti a Levante, è un aperto ripugnare al consiglio „ della natura . . . e il tentare di eseguirlo per con- „ seguenza sarebbe niente altro, che una violenza „ non manutenibile, con continuo dispendio, e peri- „ colo. „ In prova di ciò il Guglielmini addusse quanto risulta dalle antiche, e moderne livellazioni, che la pianura Bolognese pende bensì verso Settentrione, e Levante, ma più verso il Settentrione di quel che

penda verso il Levante. Ne diede ancora la ragion fisica: che „ siccome tutte le pianure di questi con-
„ torni sono state fatte dalle alluvioni de' fiumi, così
„ hanno avuto esito le acque, e perciò maggiormen-
„ te pende la pianura a Settentrione, che a Levante,
„ ed è più alta vicino alle sponde de' fiumi, che nel-
„ le parti intermedie, destinate perciò a ricevere con-
„ dotti manufatti per scolo de' terreni. Pende bensì
„ la campagna da Bologna a dirittura verso il Mare,
„ perchè l' acque de' fiumi più a Levante, come più
„ vicine al suo termine, e con sfogo più facile, non
„ potevano tanto elevarsi, quanto quelle a Ponente,
„ ma però non degrada regolatamente, e non senza
„ ondeggiamenti ben grandi. Quindi la pianura del
„ Bolognese, e della Romagna, nelle parti anche su-
„ periori, non può essere adattata a tenere incassati li
„ fiumi, indirizzati che fossero verso Levante, perchè
„ a tale effetto sarebbe stato necessario, che le allu-
„ vioni si fossero fatte con esitare l' acque a dirittu-
„ ra al Mare, e non al Pò, perchè in tal maniera
„ avrebbero cagionato alzamento maggiore, e in se
„ medesimo, e negl' interrimenti, e fatto un degra-
„ damento regolato al Mare. „ A questi principj ap-
poggiò il Guglielmini la disapprovazione della linea
superiore, che allora si proponeva, e confermò il
Progetto autorizzato da tante Visite, e da tanti Ma-
tematici, e da tante illustri, e inutili scritture di ri-
mettere il Reno in Pò grande. Ed io penso che il
Guglielmini avesse in vista i principj medesimi, quan-
do poi consultato dal Pubblico di Bologna intorno al
provvedimento da prendersi nel caso, che più non si
potesse sperare la restituzione del Reno in Pò, sugge-
rì di riunire il Reno, e le altre acque nel vecchio
alveo del Primaro, e così di rivolgerle al Mare, pro-

no;

nosticando buoni effetti, tanto per la sinistra, che per la destra di quel Fiume.

Quì però non si deve dissimulare, che Eustachio Manfredi, avendo in vista l'ottimo, e primo Progetto di restituire il Reno in Pò grande, non solamente confutò tutti gli altri Progetti di fare superiormente un nuovo alveo, ma inoltre disapprovò quello di raccogliere il Reno cogli altri Torrenti, e scoli del Bolognese, e della Romagnola, nelle parti più basse della campagna, e nel Primaro. Io non conto tra le objezioni di Eustachio Manfredi ciò che si legge nella terza parte del Compendio, intorno alla provvisionale proposta già dal Corradi, di lasciar correre per 19 anni il Reno solo, senza l'ajuto delle altre acque, in Primaro, per una strada assai lunga e tortuosa: poichè la provvisionale del Corradi non ha che fare nè punto nè poco col Progetto presente del Primaro. Neppure so valutare quant'esso possa avere abbozzato in una scrittura distesa negli ultimi giorni di sua vita, in cui per altro è provato diffusamente il diritto de' Signori Bolognesi di mandare in Primaro tutte le loro acque ancor torbide. Considero principalmente le ragioni, che addusse Eustachio Manfredi nel Cap. 17. della risposta a' Sigg. Ceva, e Moscatelli. Ecco il principio, a cui si appose il Manfredi: „ Perchè l'unione di tante „ acque richiederebbe minor caduta (la quale sarebbe „ in tal caso disugualmente distribuita in diverse parti „ dell'Alveo, e sempre minore nelle parti inferiori, „ ove concorrerebbe un maggior numero di Torren- „ ti) nè a noi dà l'animo di determinare quanta do- „ vesse essere la somma di essa, non possiamo che con- „ ghietturare dover questa, presa tutta insieme, riu- „ scire per lo meno in ragione di once 10 per mi- „ glio, mentre, trattandosi di acqua torbida, e non

„ perenne, non troviamo esempio in alcun Fiume di „ minor caduta. „ Addattiamo alle più recenti misure tutto il seguente discorso di Eustachio Manfredi. Dallo sbocco di Savena andando direttamente alla Bastia, e seguitando il corso del Primaro insino al Mare, vi sarebbero miglia 36 $\frac{1}{2}$, che in ragione d'once 10 per miglio, porterebbero piedi 30, e once 5 di caduta dello sbocco di Savena sopra la profondità della foce del Primaro. Ora lo sbocco di Savena cade sopra il fondo della stessa foce qualche cosa meno di piedi 28. Mancherebbero dunque al bisogno quasi due piedi, e mezzo di caduta. Ma non aveva osservato il Manfredi che dove arriva il regurgito del Mare non si ha più il caso di acque *torbide, e non perenni*, e che basta un declive assai minore di quello, che le sole acque de' Fiumi ricercherebbero. L'orizzontale del pelo bassissimo dell'Adriatico incontra il fondo del Primaro sopra la Chiesa Parocchiale di Longastrino. Onde se le acque del Bolognese si regolassero sul piede di tutte le altre, che sono *torbide, e non perenni*, solamente da Longastrino in sù; la Savena, e gli altri Torrenti uniti avrebbero una caduta assai maggiore delle 10 once ragguagliatamente per miglio.

Esaminiamo con tutta l'attenzione un articolo, a cui s'appoggia la possibilità di mandare il Reno felicemente nell'Adriatico, senza restituirlo in Pò grande. Il Guglielmini nel Coroll. 7. della Prop. 4. del Cap. 9., avvertì, che *dove i flussi, e riflussi sono molto grandi, l'acqua del Mare, che nel tempo del flusso entra negli alvei de' fiumi, ritornando indietro nel tempo del riflusso, serve a tenere netto l'alveo dalle deposizioni*, e aggiunse di credere che acciò s'appoggiasse *la durabilità de' molti canali navigabili, che si*

ri-

ritrovano in Olanda, e in altri luoghi. Nella Scrittura, ch'è inserita alla pag. 148. del to. 2. della Raccolta di Firenze, full'esempio, che i regurgiti del Mare non aveano impediti gl'interramenti della foce, e degli ultimi tronchi, del Lamone, del Savio, del Ronco, e del Montone, limitò il Guglielmini la stessa proposizione al solo caso, che *i fiumi, i quali sboccano in mare, possano da se medesimi tenersi aperto lo sbocco nella spiaggia*. E questo è appunto il caso del Primaro, che ricevendo le acque del Bolognese sparse, e divise in tante Valli, e dopo ancora l'introduzione di tutte le torbide dell'Idice, ha mantenuta la foce in circa piedi $4\frac{1}{2}$ sotto il pelo bassissimo del mare, come l'aveva ne' tempi de' Cardinali d'Adda, e Barberini. La continua sommersione del fondo sotto il pelo infimo del mare, che nasce dall'invariabilità della foce, dee mantenere sempre sciolte, e inzuppate d'acqua le deposizioni: la corrente del flusso dee tenerle sollevate dal fondo, ed, essendo contr'acqua, far alzare il pelo del fiume due, o tre piedi più di quello che basterebbe al corpo del riflusso: e però la corrente del riflusso, sempre maggiore di quella del flusso, dee sgombrar l'alveo dalle deposizioni. Il Sig. Gabriello Manfredi, nella cui morte abbiam perso ultimamente il più grande Algebrista, ch'abbia avuto l'Italia, nel suo celebre Voto applicò tutte queste teorie all'ultimo tronco del Primaro, consultando poscia le osservazioni, e il puro fatto, per sapere sin dove il flusso, e riflusso del Mare fosse abbastanza forte per impedire che il fondo si rialzasse considerabilmente, e stabilmente. Paragonando tra loro tutte le sezioni, che si erano prese negli anni 1693, 1739, e 1757, ritrovò che il fondo del Primaro non

avea

avea sofferto alterazioni notabili dallo sbocco del Santerno insino al Mare, e dalle cose passate argomentando ciò che dovesse sperarsi in avvenire, fissò che il flusso, e riflusso del Mare, e la caduta di piedi tre, che ha il fondo sopra la profondità della foce, fosse bastante per impedire, che succedessero in tutto quel tratto interramenti stabili, e rilevanti. Però combinando insieme le osservazioni del Sig. Gabriello cogli altri principj di Eustachio Manfredi, e incominciando a tirar le cadenti dallo sbocco del Santerno; il Progetto del Primaro, difeso valorosamente dal primo, si potrebbe appoggiare alle stesse ragioni, colle quali il secondo credeva di confutarlo.

Le osservazioni, che si son fatte nell'anno scorso, ci somministrano lumi maggiori. Dalla Chiesa Parocchiale di Longastrino in su, dopo il 1739, e dopo l'introduzione dell'Idice in Primaro, tutto il fondo s'è alzato notabilmente. Ma dalla Chiesa di Longastrino fino in vicinanza allo sbocco del Senio il fondo presente del Primaro non differisce sensibilmente da quello, che s'è trovato nel 1739. Nelle prime due miglia sotto la detta Chiesa non s'è rilevata alcuna mutazione nè dal 1739 al 1757, nè dal 1757. al 1761. Nell'altro miglio seguente fino allo sbocco del Santerno, e ancora un mezzo miglio più sotto, s'è rialzato il fondo del Primaro dal 1739 al 1757, e s'è abbassato quasi altrettanto dal 1757 al 1761. Nelle susseguenti tre miglia, o tre e mezzo fino in vicinanza allo sbocco del Senio, il fondo s'è abbassato dal 1739 al 1757, e s'è pure rialzato quasi altrettanto dal 1757 al 1761. Così dopo 22. anni, abbiamo lo stesso fondo di prima, per sette intere miglia sopra lo sbocco del Senio: e però le cadenti, che il Sig. Gabriello Manfredi incominciava allo sbocco del Santerno, per le me-

medesime di lui ragioni, e sul fondamento di tutte le osservazioni posteriori, si potrebbero incominciare ancor tre miglia più sopra, cioè alla Chiesa Parocchiale di Longastrino. Nelle ultime nove miglia dal Senio al Mare, s'è rialzato il fondo sotto allo sbocco, e s'è abbassato inferiormente, e poi rialzato in un altro luogo ancor più inferiore dal 1739 al 1757, per modo che prendendo insieme gl'interramenti, e l'escavazione, appena potrebbe dirsi che tutto il fondo in quel tempo si fosse alterato sensibilmente. Dal 1757 al 1761 vi è succeduto qualche uniforme rialzamento. Ma siccome non s'è trovata mutazione sensibile, come si è detto, nelle prime sette miglia da Longastrino al Senio, dove il flusso, e riflusso, è minore, e dove il fondo si va sempre più accostando all' orizzontale tirata sul pelo bassissimo del Mare; così non vi è ragione di temere che il solo ultimo tronco del Primaro possa dar eccezione alle teorie del Guglielmini. Io crederei che le deposizioni ivi lasciate fossero meramente accidentali, e si dovessero attribuire alla mediocrità delle piene antecedenti. Anzi sono persuaso, che rimanendo pure l'antica profondità della foce, si dovesse escavar di nuovo l'ultimo tronco, quando riunite tutte le acque in Primaro, ricevessero superiormente un impulso maggiore le torbide, che vi sono portate dal Senio, e dal Fosso vecchio. E in fatti essendo sopravvenuta nel passato mese di Novembre una massima piena, ed essendosi misurate di nuovo le sezioni di prima, il fondo del Primaro sotto allo sbocco del Senio s'è ritrovato considerabilmente abbassato.

Per meglio assicurarci di quanto possa succedere in avvenire, consideriamo ciò ch' è già succeduto. Verso il fine dell' anno 1749 si sono introdotte le acque dell' Idice nel Cavo Benedettino, e nel Primaro, argina-

ginate per ogni parte, e pochiſſimo ajutate dalle altre acque del Reno, della Savena, che ſi ſpargevano ſuperiormente per le rotte, e nelle valli. S'è rovinata in poco tempo la chiuſa poſta allo sbocco dell' Idice nel Cavo, e s'è abbaſſato il fondo di quel Torrente per dieci intere miglia ſino all'altra chiuſa della Riccardina. L'abbaſſamento è ſtato di otto, o nove piedi allo sbocco, e di due alla Riccardina, per quanto mi hanno atteſtato i contadini, ed ha portato in conſeguenza ancora l'allargamento dell' alveo, che in alcuni luoghi è di un terzo, o di un quarto, e per cui non reſta più continuata la carreggiata ſulle golene. Tanta quantità di materia traſportata dal fondo, e dalle ripe, e aggiunta alle ordinarie torbide dell' Idice, doveva comporre un corpo d'acqua notabilmente più torbido, e ricercare una pendenza di fondo maggior di quella, ſopra la quale ſi potrebbero ſtabilire tutte le acque del Bologneſe unite inſieme colle ſole ordinarie loro torbide. Abbiamo dunque avuto un caſo manifeſtamente più sfavorevole del futuro. Vediamo cos'è ſeguito. Dopo l'introduzione dell' Idice s'è interrato il Cavo Benedettino, e tutto il fondo del Primaro s'è rialzato notabilmente fino a Longaſtrino. Da Longaſtrino al Mare tutto il fondo è reſtato all'incirca il medeſimo di prima ſino al 1757. S'è pure mantenuto il fondo ſenza cangiamenti ſenſibili ſino al 1761 nel tratto di ſette miglia ſotto a Longaſtrino, e ſolamente ſotto allo sbocco del Senio vi ſi ſono fatte in queſto tempo delle depoſizioni, che non hanno però alterata la profondità della foce, e che si ſono poi diminuite ultimamente al ſopravvenire d'una maſſima piena. Dunque ſe il fluſſo e rifluſſo del Mare, e la declività, che ha il fondo del Primaro da Longaſtrino al Mare, è ſtata sino ad ora baſtante per impedire che si laſciaſ-

ſero

fero ſtabili, e rilevanti depoſizioni, maſſime ne' primi otto anni dopo l'introduzione dell'Idice; tanto più reſterà il fondo aſſicurato, quando tutti i Fiumi, e Torrenti del Bologneſe, e della baſſa Romagna s'uniſcano insieme in Primaro, e si prendano le precauzioni opportune perchè non traſportino eſſi precipitoſamente da' fondi, e dalle ripe de' loro alvei nell' alveo comune una quantità di materia maggior di quella, che ordinariamente conducono nelle piene.

Eſaminiamo più minutamente la ſteſſa declività. Il fondo del Primaro a Longaſtrino reſta in circa once otto ſotto il pelo baſſiſſimo del Mare, e cade circa piedi quattro ſopra la profondità della foce, che diſtribuite in tutto il tratto di miglia 16, ſono ragguagliatamente in ragione di 3 once per miglio. Queſta diſtribuzione però realmente si fa in maniera, che nelle prime tre miglia e mezzo da Longaſtrino sin' oltre lo sbocco del Santerno, dove il fondo è più regolare, la pendenza è in ragione di ſett' once per miglio, ed è in ragione di once quattro nelle ſeguenti tre miglia e mezzo sino in vicinanza allo sbocco del Senio. Sotto allo sbocco medesimo negli ultimi anni s'è formato un ridoſſo, che non è continuato, e che però non può eſſere ſtabile, nè può alterare il corſo di tutto il Fiume, perchè, come ottimamente ha notato il Sig. Gabriello Manfredi nella pag. 38 del ſuo Voto „ l'alzamento poſto in mezzo fra due vicine pro„ fondità non può eſſer opera della natura, che af„ fetti maggiore pendenza nel fondo del Fiume, ma „ altronde non può provenire, che da una cauſa par„ ticolare, che agiſca in quella ſola ſezione del Fiu„ me, e tale cauſa è appunto l'ingreſſo del Senio, e „ del Foſſo vecchio, quando trovano ſcarſo d'acqua „ il recipiente „. Tre miglia, o tre miglia e mezzo

 di

di ſotto al Senio il fondo del Primaro è nella ſteſſa linea orizzontale colla profondità della foce, e forma nelle ultime cinque miglia e mezzo una concavità, che ragguagliatamente può valutarſi di due, o di tre piedi ſotto l'orizzontale. E queſta è l'indole de' Fiumi, e maggiori, e minori, che sboccano in Mare, e che ſi profondano di letto negli ultimi loro tronchi, e diventano acclivi. Il Pò incomincia a Lagoſcuro a manifeſtarſi inferiore di fondo alla propria foce: e il Lamone, quantunque porti un corpo d'acqua aſſai piccolo, e ſi ſia tanto interrato nelle altre parti ſuperiori, ciò non oſtante nell'ultimo miglio ſi mantiene notabilmente eſcavato ſotto la profondità dello sbocco. Il livello del pelo baſſo del Mediterraneo incontra il fondo del Tevere in diſtanza di 14 miglia dalla foce, e in tutto quell'ultimo tratto rimane il fondo più baſſo della foce ragguagliatamente di piedi 7, come ha già oſſervato il Sig. Gabriello Manfredi alla pag. 3. L'altezza, e il corpo d'acqua del Tevere è veramente maggiore di quello del Primaro: ma è ancora molto maggiore l'ultima concavità, e il fluſſo e rifluſſo del Mediterraneo è molto minore di quello dell'Adriatico.

E quì ſi potrebbe aggiugnere un' altra rifleſſione importante. Le teorie de' Fiumi, che sboccano dalle chiuſe, come ſi è detto ſul fine del Cap. 2. del Lib. 2., ſi poſſono in qualche maniera applicare alle foci de' Fiumi, che andando a ſpianarsi liberamente ſul pelo baſſo del Mare, ſi abbaſſano ſenſibilmente di ſuperficie, ancora in qualche diſtanza conſiderabile. La maggiore accelerazione delle acque alla loro foce, dee per neceſſità cagionare qualche abbaſſamento di fondo nel tratto ſuperiore, come innanzi allo sbocco dalle chiuſe. Così adunque ſe ſi adattaſſero alle foci de' Fiumi gli altri principj, già eſpoſti da Euſtachio Manfredi

nel

nel suo Parere sopra la Pescaja dell'Era, che la linea del fondo non si debba precisamente tirare dalla profondità della foce, ma da quel punto, *dove comincia ad essere insensibile l'acquisto della velocità, che dà al Fiume la libera caduta:* se, per esempio, nel caso nostro s'incominciassero a tirar le cadenti solamente in distanza di due, o tre miglia dalla foce; andando indi direttamente alla Savena, si avrebbe una pendenza di fondo maggiore delle once 10 per miglio, e resterebbe sciolta l'eccezione, che lo stesso Eustachio Manfredi avea dato al Progetto del Primaro. Noi però, a fine di togliere qualunque dubbio, raccogliendo tutte le cose sin'ora dette, premetteremo: 1°. che se nel corso di 70 anni non s'è alterata la profondità della foce del Primaro; neppure si potrà essa alterare in avvenire: 2°. che se anche dopo l'introduzione dell'Idice in Primaro s'è conservata dal flusso e riflusso del Mare, e dall'accelerazione delle acque alla foce, la concavità, che resta tra la foce medesima, e il Senio; tanto meno vi si avranno a temere rilevanti, e stabili interramenti quando si unisca in Primaro un corpo d'acqua assai maggiore, e rispettivamente men torbido di quello, che già vi è corso: 3°. che se il flusso e riflusso, e la declività, che ha il fondo d'once 4 per miglio dal Senio al Santerno, e d'once 7. dal Santerno a Longastrino, colla profondità, che ha il fondo a Longastrino, d'once 8 sotto il pelo bassissimo del Mare, vi hanno mantenuta sin ora tutta quella inalterabilità fisica, che si può avere ne' Fiumi; tanto meglio serviranno in appresso a smaltire le torbide, che si uniranno insieme in Primaro. Sul fondamento di questi dati incominceremo a tirar le cadenti da Longastrino in su, assegnando al nuovo fondo once 10 di pendenza per miglio da Longastrino alla Bastia,

12 dalla Bastia fino all'Idice, 14. dall'Idice alla Savena, e 14 $\frac{3}{4}$ dalla Savena al Reno. E in questo modo la pendenza d'once 10 per miglio, che da Eustachio Manfredi si distribuiva ragguagliatamente alle acque torbide, e non perenni, sarà da noi addottata come la minima pel solo tratto di miglia 6 $\frac{1}{2}$, ch'è in gran parte sottoposto a'regurgiti del Mare, e dove il beneficio del flusso, e del riflusso riuscirebbe ancor più sensibile, se si togliessero inferiormente con qualche rettificazione, o almeno si raddolcissero le principali tortuosità del Primaro.

Nè quì ci stenderemo a provare, che le cadenti d'once 10, 12, 14, e 14 $\frac{3}{4}$ sono molto maggiori di quelle, sopra le quali si potrà stabilire il fondo delle acque unite. Sarà questo il principale argomento del libro terzo. Per ora ci basterà di mostrare, che le stesse cadenti serviranno abbastanza allo scarico libero degl' influenti, e allo scolo delle campagne: e in ciò seguiteremo la traccia delle ultime livellazioni.

Il fondo del Primaro, contro la Chiesa Parocchiale di Longastrino, rimane sotto la comune orizzontale, a cui si sono riferite le livellazioni medesime . . . . . piedi 1. 8. 3.
Il detto luogo è distante dal Cavo Bolognese pertiche 3295. 7, che, in ragione d'once 10 per miglio, porterebbero . . . . . piedi 5. 5. 11.
Dunque il fondo del Primaro alla Bastìa, e allo sbocco del Cavo Bolognese, riuscirà sopra comune orizzontale . . . . . piedi 3. 9. 8.
ch' è un' altezza quasi di mezzo tra quelle, che il fondo del Primaro vi aveva negli anni 1757, e 1761.

Dun-

Dunque il Zaniolo, e gli altri canali della Baſtìa avranno ſul nuovo fondo uno sbocco ſicuro, e facile.

Il fondo del Corecchio in diſtanza di miglia $3\frac{1}{2}$ dalla Baſtìa cade ſulla comune orizzontale piedi 14. 11. 8. Dunque avrà una caduta di 3 piedi per miglio ſul fondo del Primaro alla Baſtìa.

Il Sillaro, dov' è tagliato dalla linea, che ſi è livellata ultimamente, e che ſi chiama la linea ſuperiore, cade ſulla comune orizzontale piedi 22. 11. 9. e la Quaderna piedi 23. 9. 0.

Il Sillaro dove corre libero, e incaſſato ricerca una pendenza di 2 piedi per miglio, e la Quaderna ne ricerca $2\frac{1}{2}$ dopo l' unione della Gajana.

Dunque ſe il Sillaro ſi rivolgeſſe ſolitario alla Baſtìa, dall' interſecazione della linea ſuperiore, per una ſtrada di 5, o 6 miglia, caderebbe circa 11 piedi ſulla comune orizzontale, e circa 7 piedi ſul nuovo fondo del Primaro: e la Quaderna anderebbe a ſpianarſi ſopra lo ſteſſo fondo, quando ancora, colla ſteſſa invariabil pendenza, doveſſe fare una ſtrada di otto miglia, dall' interſecazione della linea già detta alla Baſtìa, radendo il lembo inferiore della Valle di Marmorta, dove il terreno è abbaſtanza ſicuro, e ſtabile per mantenerla inalveata, e arginata. Ma perchè, tre miglia lontano dalla Baſtìa, il fondo della Quaderna cadrebbe ſulla comune orizzontale piedi $11\frac{1}{4}$, e il fondo del Sillaro in circa piedi 17, l' ottimo ripiego ſarebbe quello di gettare il Sillaro nella Quaderna, aſſicurando con una chiuſa lo sbocco, e mandando i due Torrenti uniti inſieme in Primaro. Mentre così la Quaderna in tutto il tratto inferiore ricercherebbe mi-

minor pendenza, e vi avrebbe un corso più libero. La Garda, e la Menata, condotti d'acque intermedj al Sillaro, e alla Quaderna, nella distanza di 6 miglia dalla Bastia cadono circa piedi 15 $\frac{1}{2}$ sulla comune orizzontale, e ricercano una pendenza di circa 6 once per miglio. Dunque, sopra la confluenza de' due Torrenti, avrebbero que' scoli, nell' alveo comune, un ingresso di due, o tre piedi.

Seguitando il corso del Primaro, e andando dalla Bastia fino alla svolta del Cavo Benedettino al Morgone vi sono miglia 10, e pertiche 200, e quindi procedendo fino allo sbocco dell' Idice vi sono altre tre miglia, e pertiche 300. Se rettificando il Primaro, e passando col nuovo alveo per i terreni più sicuri, e più stabili della Valle di Marmorta, si abbreviasse di tre miglia la strada, come si è detto nel Capo antecedente; resterebbero undici miglia dalla Bastia fino all' Idice, che in ragione d'once 12 per miglio porterebbero piedi 11. e però aggiugnendo l'altezza di piedi 3. 9. 8. del fondo del Primaro alla Bastia sopra la comune orizzontale, si avrebbero piedi 14. 9 8. Ma il fondo presente dell' Idice allo sbocco cade sopra la stessa orizzontale piedi 21. 8. 8. Dunque per impedire il maggiore abbassamento dell' Idice, bisognerebbe assicurare il di lui sbocco nel Cavo Benedettino con una chiusa di piedi 7. La Centonara ricerca nel proprio alveo una caduta di tre piedi in circa per miglio, e nell' intersecazione della linea superiore cade sull' orizzontale piedi 28. 7. 8. Dovendo adunque la Centonara stabilirsi sopra di un fondo sempre meno inclinato nelle parti inferiori, potrebbe avere un sicuro ricapito nella continuazione del Cavo Benedettino, alla distanza di circa 7 miglia dalla

la

la Baſtìa, e di circa miglia 5 $\frac{1}{2}$ dalla detta interſecazione.
Il Condotto Corla cadendo circa piedi 35 ſulla comune orizzontale, dov' è tagliato dalla linea ſuperiore, avrebbe ſempre un libero ingreſſo nella Centonara.
L' Oriolo, Vena, o Foſſato Vidoſo, condotti d' acque intermedj alla Centonara, e alla Quaderna, nell' interſecazione della linea, che chiamasi di mezzo, non cadono meno di piedi 11 ſulla comune orizzontale: ond' eſſendo ſemplici ſcoli, e non potendo richiedere una pendenza notabile di fondo, avrebbero eſſi pure ricapito nella propoſta continuazione del Cavo Benedettino, in diſtanza di circa tre miglia e mezzo dalla Baſtìa.

Tra gli sbocchi della Zena, e dell'Idice vi ſono pertiche 541, che in ragione d'once 14 per miglio porterebbero once 15. 2. Dalla Zena al Fiumicello delle Brugiate vi ſono pertiche 374. 3, e dal Fiumicello alla Savena pertiche 577. 7. che porterebbero altre once 10. 7, e 16. 2. Dunque il fondo del Cavo Benedettino agli sbocchi della Zena, del Fiumicello, e della Savena cadrebbe ſulla comune orizzontale riſpettivamente piedi 16. 0. 10, 16. 11. 5, e 18. 3. 7. Dal che appariſce in primo luogo, quanto verrebbero a ſollevarſi le Valli di Dugliolo, che da molti anni rimangono ſenza ſcolo. Lo sbocco, che nella prima coſtruzione del Cavo Benedettino s'era deſtinato alla Zena, e che poi è reſtato impedito per gl'interramenti del Cavo, cade ſulla comune orizzontale piedi 16. 5. 10. Le cadenti di 12 once per miglio dalla Baſtìa sino all'Idice, e di 14 dall'Idice alla Savena, ſono aſſai maggiori di quelle, ſopra le quali dovrà ſtabilirsi il fondo delle acque unite, come si proverà diffuſamente

te

te a suo luogo. Però la Zena, e il Fiumicello di Dugliolo dovendo sboccare sopra di un fondo molto più basso, e potendosi difendere con qualche regolatore lo sbocco da' regurgiti delle piene; neppure per lo scarico intero delle Valli sarebbe necessario il provvedimento già proposto, e accordato, di mandare quegli scoli con una botte sotto all'Idice, e ricapitarli cogli altri scoli della Molinella nel nuovo alveo sopra la Centonara. Lo sbocco del Fiumicello delle Brugiate cade sulla comune orizzontale piedi 20. 25, e però resterebbe tanto più libero, e sicuro. Il fondo di Savena allo sbocco cade 21. 11. 0. sopra l'orizzontale, e al passo del Tedo, nella distanza di miglia $4\frac{1}{2}$, cade sopra il fondo allo sbocco in circa piedi 17: onde colla pendenza di 3 piedi per miglio correrebbe felicemente la Savena nell'ultimo tronco, ed avrebbe allo sbocco una caduta di circa piedi $3\frac{1}{2}$. Dalla Savena alla Lorgana vi sono pertiche 350 in circa, che porterebbero 9, o 10 altre once. Il fondo della Lorgana cade sulla comune orizzontale piedi 20. 4. 0. Dunque lo stesso fondo resterebbe superiore di più d'un piede al fondo del recipiente. Vi avrebbe pure ingresso il Riolo, giacchè col fondo dell'ultimo tronco cade piedi 4. 1. 2. sopra il fondo presente della Salarola, alla distanza di cinque miglia. Ancora il Canal Naviglio, e la Navigazione avrebbero un termine sicuro alla Salarola, e al Passo Segni. Finalmente il fondo del Reno alla Rotta Panfilia cade 37. 7. 7. sopra l'orizzontale. Non valutando la pendenza del Reno nel primo miglio sopra la Rotta, dove il fondo è abbassato, le altre 3 miglia pendono ora in ragione

d' on-

d' once 14 $\frac{3}{4}$: ch'è appunto la pendenza che danno le antiche, e più esatte livellazioni che abbiamo fatte ad acqua stagnante. Però quand'anco dovesse il Reno ritenere la pendenza medesima sino alla Savena, e non disponesse il suo letto per la strada più breve di miglia 10 $\frac{4}{5}$; l'altezza eccederebbe sempre il bisogno, e il fondo del Reno sopra la Rotta, se non si difendesse con qualche chiusa, si dovrebbe abbassare di alcuni piedi.

Così restano affatto sciolte anco le altre eccezioni, date al Progetto del Primaro da' Cardinali d'Adda, e Barberini l'anno 1693. Allora il Progetto si proponeva principalmente sotto due forme: „ o di prendere il Reno a Vigarano, e incamminarlo sotto la „ punta di S. Giorgio per l'alveo di Primaro al Ma„ re, introducendovi successivamente i torrenti infe„ riori: o di prender la Samoggia, e il Lavino sotto „ la Via Emilia, e portandoli al Trebbo uniti con il „ Reno, e la Savena, per linea retta introdurli nell'al„ veo dell' Idice, sotto la Riccardina, con li quali „ s'avanzassero verso il Traghetto, e poi si portasse„ ro verso Consandolo, o alla Bastia. „ Contro il primo Progetto è stato opposto, che da Vigarano fino all' Unione della Savena, e dell' Idice nel tratto di miglia 25, non si trovavano più di piedi 14 di declive, e ragguagliatamente non più d'once 6 $\frac{3}{4}$ per miglio: e che dal Traghetto al Mare vi era la sola caduta di piedi 21, che ripartita in miglia 35 si credeva troppo scarsa al bisogno. Questa seconda difficoltà è stata pure promossa contro l'altro Progetto di rivoltare l'Idice con tutte le acque a Consandolo, o alla Ba-

K

Bastia. Ora la seconda difficoltà non ha più luogo, come si è detto, quando ancora con piccole pendenze, e col flusso e riflusso del Mare sia difeso abbastanza dalle deposizioni l'ultimo tronco del Fiume. La prima difficoltà neppure ha luogo nel caso nostro di voler mandare il Reno inalveato dalla Rotta Panfilia allo sbocco di Savena, nel qual tratto, come abbiamo notato poc'anzi, la caduta eccederebbe notabilmente al bisogno. Sebbene quegli Eminentiss. Visitatori, col consiglio del Guglielmini, e del Viviani, disapprovando la linea del Primaro, rispetto al Reno, ne' già detti supposti, e in vista dell'ottimo Progetto di restituire il Reno in Pò grande; l'approvarono poscia rispetto agli altri torrenti, e scoli, aggiugnendo nel loro Voto; „ che questi torrenti, non potendo „ per lungo tempo continuare a spandersi nelle Valli... giacchè queste ridotte ormai dalle deposizio- „ ni delli medesimi a semplici, e basse pianure si van- „ no di continuo alzando di fondo.... quando l'arte „ non vi soccorra ad imitazione del Senio, e del San- „ terno, detti torrenti s'anderanno formando da loro „ stessi la strada per portarsi con quella regola, che „ darà loro il caso, e la natura più facile de' siti a „ sboccare in Primaro „: e concludendo „ che ajutan- „ do con l'arte l'andamento di queste acque potrà „ facilmente addattarsi lo sfogo a tutti gli altri tor- „ renti, o almeno alla maggior parte di essi; mentre „ vi avranno sufficiente caduta. „ Però il Progetto presente in quella parte, che risguarda la Savena, l'Idice, e gli altri Torrenti inferiori, si può dire autenticamente approvato. Ed io tengo opinione, che se co' lumi, che ora abbiamo, e colle accennate modificazioni, tolta la speranza di restituire il Reno in Pò grande, si fosse allora proposto il Progetto del Prima-

maro; farebbesi ottenuta l'intera approvazione di que' Visitatori, e Matematici.

Presentemente v'è ancor di più. Le acque del Reno, sboccando dalla Rotta Panfilia, si dirigono principalmente verso il Cavo Paffardo, ch'è quasi nella direzione medesima della Rotta, e del Canale della Navigazione ordinaria, e del Cavo Benedettino. Le Valli superiori del Reno sono in gran parte bonificate, e per confessione degli oppositori medesimi del Primaro, non è molto lontano il caso, che, finite di colmarsi le Valli, arrivi il Reno nel Cavo Benedettino con tutte le torbide, e le arene. E in fatti trovando il Reno fuori della Rotta Panfilia un declive eccedente, si deve a poco a poco inalveare tra le proprie alluvioni, nè può a meno d'andar facendo lo stesso ancora in tutto il Cavo Paffardo. Così le Valli di Galliera, e del Poggio resteranno fra non molto assicurate dalle espansioni delle piene, e il Reno entrando colle acque unite, e colle arene, e le torbide nella Valle di Malalbergo, e spandendosi in un recipiente molto ampio, lo potrà colmare in pochi anni. Alla stessa maniera si sono bonificati tanti altri tereni della Toscana, del Bolognese, e della Lombardia, de' quali abbiamo tante memorie, principalmente nella dissertazione XXI. del Muratori *de antiquitatibus medii ævi*. Nel caso nostro se si vorrà secondare la natura coll'arte, ajutando, e dirigendo il corso delle acque, e declinando le maggiori tortuosità, si avrà alla fine un solo alveo, continuato regolarmente dalla Rotta Panfilia al Cavo Benedettino. Quando poi, chiuse le rotte, e smaltiti o levati gl'interramenti, lo stesso Cavo si riducesse a segno di tenere tutte le acque incassate; il Reno unito al Canal Naviglio, alla Savena, e all'Idice, avrebbe un corso felice fino al Colombo. E poi-

chè il Cavo Benedettino è quasi nella direzione medesima col tronco del Primaro, ch'è sotto alla Bastia; pare di nuovo suggerito dalla natura il Progetto di continuare il Cavo alla Bastia, e di recapitare nel nuovo alveo la Centonara, e la Quaderna col Sillaro, e con tutti gli scoli intermedj. Nè vi vuol molto a comprendere come debba regolarsi il Primaro dalla Bastia fino al Mare: essendo troppo naturale il partito di ridurlo a una larghezza uniforme, e sufficiente allo scarico delle acque unite, e di difendere le Valli di Comacchio, e la Romagna con rinfiancarvi gli argini a diritta, e a sinistra, e alzarli a tutta l' altezza delle massime piene. E siccome nell'ultimo tronco del Primaro si sono di già fatte con ottimo successo diverse rettificazioni; così si potrebbero levare affatto alcune tortuosità, che vi restano, e si potrebbero raddolcire alcune altre, trasportando per piccoli tratti più indietro le arginature, secondo che richiedesse il bisogno. Due rettificazioni principalmente vi si potrebbero proporre, dove sono maggiori i serpeggiamenti dell'alveo, e dove le corrosioni mettono in maggiore gelosia le Valli di Comacchio: l'una alle Mandriole, ch'è pure compresa in tutti gli altri Progetti, e la seconda a Longastrino.

CA-

CAPITOLO SECONDO

DELL' ESEGUIBILITA', E DE' VANTAGGI

Dello stesso Progetto.

DOvendo ora discorrere dell'eseguibilità del Progetto, non entrerò nell'istoria, e nel merito del Cavo Benedettino, nè darò un più preciso dettaglio della maniera di ripararlo. Quest'opera, ch'è stata approvata in idea da Monsignor Galiani, e da altri Matematici illustri, e che poi nell'esecuzione è stata accompagnata da tante, e così note disgrazie, ha eccitato tanti clamori per ogni parte, che non è più lecito a un forestiere d'opporsi alla moltitudine, e di mettere in questione se il Cavo abbia prodotto qualche vantaggio, e se i mali seguiti dopo la di lui construzione si sarebbero avuti egualmente, o si sarebbero fatti ancor maggiori, quando l'Idice avesse continuato a vagare colle sue rotte. Dirò solamente che tra le disgrazie d'esecuzione conto principalmente l'essersi rovinata la chiusa allo sbocco dell'Idice, e abbassato, e allargato il letto di quel Torrente. Tanta quantità di materia, trasportata, come si è detto, dal fondo, e dalle ripe dell'Idice nel Cavo Benedettino, vi si è altamente ammucchiata, non ha lasciato un libero richiamo per le acque del Reno verso il Primaro, ed ha reso per consegnenza le rotte superiori più larghe, e più perniciose. Ma finalmente si possono chiudere le rotte, e le deposizioni posson levarsi, e con una robusta chiusa di soli piedi 7 si può assicurare lo sbocco dell'Idice, onde più non lasci precipitare nel Cavo che le arene, e le torbide ordinarie delle piene.

Già

Già vi sono persone d'invecchiata pratica nel paese, che si sono esibite a chiudere le rotte, e continuare l'argine rettilineo del Cavo attraverso alla Valle di Gandazolo. Intorno alle deposizioni dell'Idice, ho già accennato altre volte che si potrebbe risparmiare la spesa dell'attuale escavazione, servendosi delle forze della natura, nel modo che ci ha spiegato il Michelini, e che il P. Castelli ha messo felicemente in pratica alla bocca di Fiume morto: scavando cioè nell'alveo già interrato, o più fossi parallelli tra loro, o un solo fosso più largo, e più profondo, per cui potessero inoltrarsi, e richiamarsi le acque nelle piene a fare l'uffizio loro. Ho aggiunto ancora che ho visto praticato felicemente un tal metodo dove le materie deposte erano in maggior copia, e più grosse. Mentre essendosi il Serchio pochi anni fà rivoltato nella pianura Pisana, riempiendo di arena, e ghiaja l'antico letto sino al livello delle campagne; con alcuni ripari distesi sul letto nuovo, e alcuni canaletti fatti nel vecchio, si sono obbligate le acque a ritornare ne' primi limiti, si sono portate al Mare le materie deposte, e in una sola piena s'è riparato tutto il disordine. Nè vedo io come in ciò possano muovere qualche difficoltà gli altri Autori, che proponendo un nuovo scavo di 40 e più miglia di lunghezza, e di sole 10 pertiche di larghezza, pretendono poi che le acque lo possano naturalmente allargare fino a 20, e 25 pertiche. Finalmente, quand'anco il metodo del Michelini non si giudicasse applicabile al caso nostro, resterebbe sempre il partito di escavare a mano tutto il letto interrato, e di accomodarlo alle debite cadenti: nel che pure quei che propongono il grande scavo, non possono fondar altre opposizioni.

Con-

Continuando il Cavo Benedettino per la minima sezione della Valle di Marmorta alla Bastia, non può più esservi alcun timore dell' instabilità del terreno, e delle cuore, che in altre Valli impediscono il buon esito de' lavori. Qualche volta le cannucce palustri, come scrisse Geminiano Montanari nel celebre discorso sopra il Mare Adriatico „ producendo copiosissime „ radici nella corteccia, si può dire, che quel terre- „ no, ove s' abbarbicano, in capo a qualche anno di- „ ventano così folte esse radici, e così insieme ammas- „ sate, che marcendosi quelle sottili barbette, con che „ stavano unite al suolo inferiore, resta quella lor massa „ così leggiera nel fondo dell'acque, che a forza di „ cotal leggerezza, finalmente si staccano affatto dal „ terreno, ed ascendono a galla in pezzi ben grandi, „ detti *Quore*, non restando frattanto di germinar del „ continuo nuove cannucce, niente di meno tutta- „ via, come se fossero radicate nel terreno stesso, mer- „ cechè somministra loro bastante nutrimento la ma- „ teria dell'altre radici vecchie, che in quell'ammas- „ samento galleggiante si contiene; onde durano molti „ anni a germinare.... ed a' giorni d' oggi taluna se „ ne trova nelle Valli Ferraresi, e di Comacchio, che „ più di mezzo miglio in lunghezza s'estende, e che „ sostentando sopra di se armenti, cacciatori, e ca- „ panne, rende maraviglia a chi venendo d'altri paesi, „ s'incontra di nuovo quivi a osservarle. „ Quando le torbide degl'influenti, o riempiano tutto lo spazio, ch'è tra 'l fondo, e le cuore, o rendano le cuore specificamente più pesanti dell'acqua, e le abbassino al fondo; allora non si ha che un corpo elastico, compressibile, appoggiato a una base stabile, il quale a principio non cede se non uniformemente, e che poi sotto il peso degli argini non può produrre altri sconcerti. Così hanno

fatto

fatto una difficoltà insuperabile alla continuazione del Cavo Benedettino le cuore, che si sono incontrate nella Valle di Gandazolo: ma le altre, che si sono ritrovate assodate, e sepolte fra terra al Traghetto, e alla confluenza dell'Idice, non hanno impedita la serie de' lavori: e chi s'è esibito a continuare l'argine rettilineo nella Valle di Gandazolo, credeva pure che quelle cuore fossero abbastanza assodate colle deposizioni di dieci anni, e che il terreno fosse ora stabile a segno di poter reggere al peso degli argini. Nella Valle di Marmorta presentemente si trovano delle cuore verso lo sbocco del Sillaro. Ma verso il Dosso della Rovere, e verso il Canale della Beccara, non v'è alcun vestigio di cuore, come tutti i contadini mi hanno attestato sino dal primo giorno, che sono stato in Argenta. Per quella parte si traversa la Valle liberamente co' carri, e si asciuga del tutto, e fa polvere ne' tempi estivi. Il fondo è composto di belletta, e di sabbia minutissima, come si è riconosciuto escavando la terra co' succhj, o siano trivelle, ed è così stabile, e consistente che i bastoni puntati non potevano a viva forza introdurvisi più d'un piede. Le osservazioni si sono fatte da un Perito, e da contadini assai pratici: onde resta dissipata una volta la supposta difficoltà delle cuore. Le linee rette, colle quali potrebbesi continuare, attraverso a que' luoghi, il Cavo Benedettino alla Bastia, formerebbero tra di loro angoli molto acuti, e abbrevierebbero di tre miglia in punto la strada, per cui ora scorrono le acque in Primaro: come si era proposto sin da principio. Finalmente il piano della campagna è tant'alto da mantenervi per alcuni piedi incassato il fondo del nuovo alveo, e da poterne però sperare tutto il miglior successo.

Co-

Così rivolgendo le acque dal Cavo Benedettino direttamente alla Baſtìa, reſterebbe aſſicurato il Polesine di S. Giorgio da' pericoli delle piene, dagl'incomodi temuti dalle ſorgive, dalla manutenzione degli argini, ch'è tanto diſpendioſa, e difficile, per la lunghezza, e irregolarità del Primaro, per gl' intoppi delle tortuosità, e delle ſvolte, e per gl'interramenti, che ſon ſeguiti dopo l'introduzione dell'Idice. E queſto era il principal punto, che già avevasi in viſta, di combinare l'intereſſe delle altre Provincie con quello de' Signori Ferraresi. Nel Territorio Bologneſe ſarebbe aſſicurato il corſo del Reno, e della Savena, e si darebbe un ampio sfogo alle Valli. Quella porzione della Valle di Marmorta, che reſterebbe a siniſtra del nuovo alveo, e che non ha ora argini continuati per potersi difendere dalle eſpansioni del Primaro, nè ha ſcoli per iſgravarſene, ſarebbe guadagnata interamente. La parte deſtra, che riceve preſentemente le acque del Sillaro, e della Quaderna, ed ha il ſemplice sfogo della Cacciarina per tramandarle in Primaro, reſterebbe pure aſciugata, quando i Torrenti medesimi si conduceſſero inalveati alla Baſtìa, ſul labbro inferiore della Valle, dove non v'è alcuna incertezza di fondo, che poſſa difficoltare l'impreſa. Nè ſarebbero queſti i ſoli vantaggj, che si procurerebbero alle due illuſtri Provincie, regolando, come si è detto, e rettificando gli alvei vecchj delle acque. La ſalubrità dell'aria, che si reſtituirebbe aſciugando tanti terreni vaſtamente inondati, e impadulati, non è certamente un articolo meno importante al Principato di quel che ſia l'acquiſto delle campagne. Io ho creduto che queſt'articolo non doveſſe importare meno a Bologna che altrove, quando in un'altra mia ſcrittura ho accennato con due periodi la cauſa fisica dell'inſalubrità dell'a-

 ria

ria ne'luoghi d'acque ſtagnanti, ch'è appunto la moltitudine degl'inſetti, e l'eſalazione delle materie putrefatte o animali, o vegetabili, ed ho aggiunto alcune oſſervazioni intorno agl'inſetti medeſimi: argomento, che il Caſſini, e il Viviani [(a)], mentr'erano occupati negli affari delle Chiane, non giudicarono alieno dalle loro incombenze. Il fatto ſi è che ne'caldi maggiori, alla Baſtìa, in Argenta, e negli altri luoghi circonvicini, ſono famigliariſſime le lunghe febbri, lo ſcorbuto, le dilatazioni di milza, e gli altri mali, che hanno la loro ſede nel baſſo ventre. Ciò che ſi è ſcritto ultimamente in Toſcana ſopra la Valdinievole, mi riſparmia la pena di replicare le ſteſſe conſiderazioni fiſiche, e mediche nel caſo noſtro.

Per quello poi che appartiene alla Provincia di Ravenna, e alle Valli di Comacchio, dalla Baſtìa ſino al Mare ſi avrebbe un Fiume arginato, che ricercherebbe le ſole ordinarie diligenze degli altri Fiumi. Quando il Primaro ſi riduceſſe a una giuſta, e uniforme larghezza, e si levaſſero i gomiti, e le irregolarità delle ripe, o ancora ſi raddrizzaſſero le tortuoſità più notabili delle Mandriole, e di Longaſtrino, vi correrebbero le acque felicemente e acquiſterebbero forze tanto più grandi per tener aperta la foce, e vieppiù aſſicurare il beneficio de'regurgiti del Mare. Da Longaſtrino in giù tutto il fondo, eſſendoſi mantenuto ſin ora dalla propria declività, e dal fluſſo e rifluſſo del Mare, ſenza dar luogo a rilevanti, e ſtabili depoſizioni, tanto meglio reſterà ſtabilito in avvenire: come ſi è già provato abbaſtanza nel capitolo antecedente. Nel ſecondo capitolo del libro terzo ſi farà pure chiaramente vedere, che unendo inſieme col Re-

(a) Fontenelle Eloge de Viviani.

Reno tutti gli altri Torrenti del Bolognese, e della Romagna bassa, non potrà il corpo dell'acque unite, nè ricercare una maggiore larghezza d'alveo, nè arrivare nelle massime piene ad un'altezza maggior di quella, che converrebbe alle piene del solo Reno. Ed è poi fuori di dubbio, che nel tronco inferiore del Primaro, dove le acque vanno a spianarsi sulla superficie del Mare, e incomincia il pelo alto a stringersi sul pelo basso, e sul fondo; l'altezza delle piene diverrebbe sempre minore. Così adunque non essendovi da temere nè che il fondo si rialzi considerabilmente, e stabilmente, nè che si abbiano straordinarie escrescenze di piene, il sollievo delle Provincie di Bologna, e di Ferrara non porterebbe altro aggravio alle Valli di Comacchio, e alla Romagna, che quello delle sole cautele, e diligenze, che si sogliono praticare negli altri Fiumi. E quì per parte della Romagna si potrebbero fare tre considerazioni importanti. 1°. ch'è affatto inutile di trattare di rivolgere le acque del Bolognese o nel Pò grande, o nel Pò di Volano e che si deve pure conceder loro qualch'esito. 2°. che in tutti gli altri Progetti, de'quali si discorre presentemente, per levar le acque di fianco alle Valli di Comacchio, si verrebbero esse a portare, da'confini del vecchio alveo, in un alveo nuovo, e per mezzo alle campagne della Romagna, dove non sono mai corse per lo passato. 3°. che abbandonando ancora le cose allo stato, in cui si trovano, devono sempre più rialzarsi e restringersi le Valli superiori del Reno, e deve il Reno arrivare sempre più torbido in Primaro: e in ogni caso è da desiderarsi, che disponendosi i Fiumi naturalmente a poco a poco la strada sino al Mare, si ajuti la natura coll'arte, e tutte le acque si tengano regolate.

Ma una Provincia così rispettabile, e tanto benemerita dello Stato Ecclesiastico, esigge che si esamini l'altro articolo del danno, che la riunione delle acque, e delle torbide del Bolognese potesse recare agli scoli, e al Porto della Città di Ravenna. Bernardino Zendrini nel Cap. 4. della relazione sopra la diversione del Ronco, e del Montone, osservò che tutta la spiaggia dal Pò sino in Ancona è obbliquamente esposta allo Scirocco ed Ostro, proprietà de' quali è di zappare il lido (per parlare colla frase della Marina) asportando le sabbie, e che ha la faccia volta al Greco e Levante, che spingono alla spiaggia le sabbie, e ve le addensano. E siccome il Mare non solamente nelle tempeste, ma ancora ne' suoi flussi ordinarj, solleva le sabbie dal fondo; quindi ne nasce che cospirando la direzione de' venti a trasportarle, e ammucchiarle sul lido, si protrae vieppiù la spiaggia, e il Mare si va allontanando. Non già che la superficie del Mare si abbassi, come alcuni hanno creduto: che anzi in molti luoghi dell'Adriatico, del Mediterraneo, e dell'Oceano si va inoltrando il Mare nel Continente, e da per tutto si rialza di livello, come il Manfredi, e il Zendrini [a] hanno riconosciuto da stabili monumenti, che ritrovarono nelle Chiese di S. Vitale, e della Rotonda di Ravenna, e in Venezia nel Tempio, e nella Piazza di S. Marco. Ma perchè nelle spiaggie della Romagna, e in tant'altre, concorrono più le cause particolari al rialzamento del lido, di quello che le cause generali concorrano al rialzamento del fondo, e della superficie del Mare, e così il lido si avanza, e il Mare sempre più si allontana. Questa è la ragione, per cui Ravenna è già stata levata dall'Adriatico, dove maesto-

(a) Comment. Bon. Acad. to. 2. part. 2.

ftofamente fedeva, e ridotta in terra ferma. Per quanto ha potuto raccogliere il Zendrini dalle offervazioni di dieci anni, la protrazione della fpiaggia è di circa 23 pertiche l' anno. Ora tuttavia continuando le medefime caufe, fi deve neceffariamente allungare la fpiaggia, e la linea degl' influenti, e col progreffo del tempo devono peggiorar fempre di condizione, e la navigazione, e il porto, e gli fcoli della Città. Refta da efaminare fe vi abbiano qualche parte le arene, e le torbide, che fono portate al Mare da' Fiumi circonvicini.

Avendo vifitato il Zendrini tutti gli altri porti della Romagna, per fapere che circoftanze fi ricercaffero al più felice loro ftabilimento, fifsò tra le altre condizioni, che il porto non doveffe avere alcun fiume torbido fopravvento, o fia alla finiftra, almeno per la diftanza di 7 in 8 miglia. E volendo provedere di qualche porto la Città di Ravenna, propofe di aprirlo alla foce, dove allora sboccavano in Mare, il Ronco ed il Montone, e d' onde rimaneva lontano il Lamone poco meno di otto miglia. Poi per tenere profondo, e libero il porto, propofe il Zendrini di efcavare il letto vecchio del Ronco infino al Mare per la larghezza di 30 piedi, e di formarvi il Canal Naviglio, riunendo le acque chiare de' Mulini, e lo fcolo della Città, e fi perfuafe di poter avere in quefta maniera un corpo d' acqua baftante a fgombrare, e rintuzzare le fabbie trafportate da' venti, e dal Mare. Tal condotta di acque per il nuovo Naviglio, non s' è altrimenti efeguita, effendofi foftituito un cavamento nello fteffo fcolo della Città, dilatandolo, e profondandolo fino alla Foffina, e indi col mezzo di lunghe linee palificate s' è procurato d' incaffar le acque di quefto ftagno fino alla bocca, fulla fiducia che lo

fcan-

fcanno formato dal Lamone a finiftra poteffe abbaftanza difendere, e lo fcolo, e il Naviglio dalle depofizioni di quel Torrente. Ma come leggefi nella nota 45. della relazione del Zendrini, ch'è ftampata l'anno 1741, „ abbenchè l' interno de' canali fia con „ buoni fondi, la foce ful Mare rimane con sì poca „ altezza di acqua, che nelle baffe del Mare non vi „ poffono entrare nè meno le barche affai mediocri. „ In quefto ftato di cofe non v'è da incolpare principalmente le torbide degli altri Fiumi, i quali quand' anco foffero più lontani, non fi potrebbe con sì piccolo corpo d' acqua mantenere libero il porto, e avere in ogni tempo una facile navigazione. La foce del Primaro è lontana più di fette miglia Bolognefi dal porto di Ravenna. La pofizione obliqua della fpiaggia, che fi avanza fenfibilmente verfo il Levante, e gli fcanni formati dal Lamone, devono contribuire anch' effi a difendere il porto di Ravenna dalle torbide del Primaro. Che fe gli fcanni fuddetti non fi credeffero più baftanti a tener lontane le torbide del medefimo Lamone; fi potrebbe introdurre il Lamone in Primaro a S. Alberto, d' onde è ftato già divertito, e dove facilmente potrebbefi reftituire con un taglio di mezzo miglio. E ciò porterebbe ancora altri importanti, e ficuri vantaggi alla Romagna. Il Guglielmini nella Prop. 4. del Cap. 7. ha già offervato, che rimoffo il Lamone dall'alveo vecchio, fi è tanto grandemente interrato, che il di lui fondo rimane più alto delle piene del Primaro, e in confeguenza ha bifogno d'argini altiffimi per contenere le proprie piene. Quindi è che rendonfi fempre maggiori i danni, e i pericoli delle rotte. In quefto fecolo ne contiamo già quattro, che, oltre il pregiudizio graviffimo de'poffidenti particolari, hanno ricercato molte migliaja di fcudi per effere riparate. In

In oltre la queſtione de' danni, che le arene, e le torbide del Primaro poſſono recare al Naviglio, agli ſcoli, e al Porto di Ravenna, è proſſimamente ſimile a quella, nella quale una volta ſi pretendeva, che le torbide della Piave vecchia veniſſero portate per 9, o 10 miglia Veneziane inſino al Porto di S. Niccolò. Il celebre Geminiano Montanari, nel già citato diſcorſo ſopra il Mare Adriatico, oſſervò che il traſporto delle torbide non poteva provenire d'altronde che dalle correntie, o ſia dal moto litorale, e radente, con cui entrando l'acqua continuamente per lo ſtretto di Gibilterra, e dal canto della Barberia, dopo di avere girato tutta quanta la circonferenza del Mare ſuperiore, e inferiore, cioè dell'Adriatico, e del Mediterraneo, eſce poi dalla parte della Spagna. I marinari ſino nel ſecolo decimo ſeſto s'accorſero di queſto moto, per la diverſità del tempo, che in parità de' venti, e delle altre circoſtanze impiegavaſi nell'andare, e nel tornare da Corfù a Venezia: e quindi è incominciata la pratica di coſteggiare le rive Settentrionali del Golfo nell'andare da Corfù a Venezia, e nel ritorno verſo Corfù di coſteggiare le rive Meridionali lungo lo Stato Eccleſiaſtico, e il Regno di Napoli. Dal moto de' galleggianti ſi è poi ricavata la direzione della correntia non ſolo nell'Adriatico, ma ancora nel Mediterraneo. Colle oſſervazioni, che ſi ſon fatte intorno allo ſteſſo moto, determinò il Montanari che la velocità della correntia non è che di tre, o quattro miglia in 24 ore, e però ſtabilì ch'erano neceſſarie tre condizioni per portare le torbide della Piave vecchia ſino al Porto di S. Niccolò: 1°. che le torbide ſteſſero per iſtrada tre giorni interi: 2°. che tutti i tre giorni il Mare ſteſſe in fortuna, per modo che le torbide non poteſſero deporſi al fondo: 3°. che

le

le tempeste del Mare, e le piene del Fiume fossero contemporanee. Le quali circostanze combinandosi insieme troppo difficilmente, concluse il Montanari che le torbide de' Fiumi non avevano alcuna colpa nell'interramento di Porti così lontani. E lo stesso discorso, applicato al nostro proposito, basterebbe per dissipare ogni timore, che gli scoli, e il Porto di Ravenna potessero deteriorarsi di condizione con riunire in Primaro tutte le acque, e le torbide de' Fiumi del Bolognese.

Quì però vi sono ancora altre cose da ponderarsi. Combinando il moto litorale del Mare col moto di qualche Fiume alla foce, egli è chiaro che le acque del Fiume devono prendere una media direzione, e rivolgere il loro corso alla destra, appunto come notò il Guglielmini nel Coroll. 7. della Prop. 4. del Cap. 7. In questa maniera deviando il Fiume, e la correntia dal loro primiero corso, e più la correntia che il Fiume per essere tanto maggiore la velocità delle di lui acque; resterà il Mare più a destra, e tra la direzione composta del Fiume influente e la spiaggia, senza l'ajuto della correntia medesima, già rotta, e divertita. Però incominceranno a deporsi lungo la spiaggia le materie incorporate alle acque del Mare, formando degli scanni, o banchi d'arena, che anderanno a poco a poco crescendo: e così il Fiume trovando sempre maggiori impedimenti sulla diritta, si volgerà a poco a poco dove avrà più libero il corso, e finalmente arriverà a stabilirsi tutto al contrario della direzione presa a principio, cioè piegandosi costantemente sulla sinistra della foce. Il Montanari osservò che tali si mantengono appunto gli sbocchi del Tagliamento, della Piave, e degli altri Fiumi dello Stato Veneto. Il Zendrini nella relazione citata aggiun-

giunse ancora l'esempio de' Fiumi della Romagna, e nel Capitolo primo dell'altra relazione sopra il Porto di Viareggio applicò le stesse dottrine a' Fiumi del Mediterraneo, colla sola differenza, ch' essendo nel Mediterraneo più debole il flusso, e riflusso del Mare, riesce più sensibile il moto litorale, e si lasciano per lungo tratto assai più copiose deposizioni sulla diritta, senza punto vedersene alla sinistra. Ecco adunque preoccupati dal Montanari, e dal Zendrini tutti i dubbj, che possono nascere presentemente intorno alla spiaggia di Ravenna. Tutte le acque del Bolognese, e della bassa Romagna, unite insieme nel Primaro, rivolgeranno sempre più il loro corso da Levante a Tramontana, e lascieranno sulla diritta della foce de' banchi d'arena sempre maggiori. La correntia del Mare prenderà un giro più largo, e il lido susseguente, in distanza di sette, o di otto miglia, resterà tanto meglio difeso. Che se però la navigazione, e gli scoli, e il Porto di Ravenna diverranno col progresso del tempo di peggior condizione, ciò sarà certamente per tutt'altre ragioni, che per le arene, e le torbide del Primaro.

CAPITOLO TERZO

Del Paragone de' Due Progetti

Degli alvei vecchj, e d'un alveo nuovo.

ORa paragoniamo lo stesso Progetto di rivolgere le acque al Mare per gli alvei vecchj de' Fiumi, accomodandoli, rettificandoli, e regolandoli, con qualch'altro Progetto di deviarle in un alveo del tutto nuovo, e nelle parti superiori della campagna. Ed essendosi

M det-

detto abbaſtanza della linea della Longara perchè non debba ella ritornare più in campo, ſenza entrare a diſcorrere di tutte le altre linee, che ſi potrebbero proporre ſuperiormente, tratteremo di quella ſola, che parteſi dalla Samoggia poco ſotto allo ſbocco del Lavino, e incontra il Reno a Malacappa, il Naviglio quaſi un miglio ſopra il Bentivoglio, la Savena ſopra la Chieſa della Cà de' Fabbri, l'Idice ſopra i Ronchi, e poi prende la Quaderna ſotto lo ſbocco della Gajana, e recaſi nel Santerno al Moro, e nel Primaro a S. Alberto. La prima conſiderazione da farſi nel confronto de' due Progetti ſi è quella della ſpeſa. Io non voglio negare ciò che ſcriſſe l'Autore del Progetto della Longara, che la ſpeſa maggiore non può rendere un Progetto *idroſtaticamente ineſeguibile*. Dico bensì che la ſpeſa può rendere tutto un Progetto *moralmente impoſſibile per riſpetto alle forze di quelle Provincie, che dovrebbero effettuarla*, come ſcriſſe Euſtachio Manfredi ſul fine della Riſpoſta a' Sigg. Ceva, e Moſcatelli. Neppure voglio quì entrare nel dettaglio, e nel calcolo della ſpeſa, che potrebbe portare tutto il già eſpoſto Progetto del Primaro: mentre ſo quanto, e per quali ragioni la ſpeſa calcolata ſi trova d'ordinario mancante, e inſufficiente al biſogno. Supporrò ſolamente ciò, che neſſuno ha chiamato in dubbio, che il Progetto del Primaro riuſcirebbe di gran lunga men diſpendioſo di qualunque altro Progetto d'una nuova inalveazione, e deviazione di tutte le acque. E paſſando agli altri Progetti oſſerverò che la ſpeſa di quello della Longara, ſecondo il calcolo dell' Autore, che la propoſe, arriverebbe a ſcudi Romani 1252460. Co' medeſimi dati ſi troverebbe poco minore la ſpeſa dell'altro Progetto di Malacappa. Mentre la linea della Longara ſarebbe di miglia 41. dalle Budrie

a S.

a S. Alberto: e quella di Malacappa sarebbe di miglia $27\frac{3}{5}$ dalla Samoggia al Santerno, e di 12 altre miglia dal Santerno a S. Alberto, e così tutta insieme riuscirebbe poco più breve della prima. Che se la linea di Malacappa non dovesse tagliare il Santerno al Moro, e si volesse indi rivolgere nel Primaro verso lo sbocco del Santerno; bisognerebbe continuare il nuovo alveo per 7, o 8 altre miglia, non potendo servire per le acque unite l'alveo presente del Santerno, che resta troppo elevato sul piano della campagna. Modificandosi in questa maniera il Progetto di Malacappa, la lunghezza del nuovo alveo sarebbe incirca di miglia 35, e non restando dallo sbocco del Santerno al Mare altra spesa, che quella di allargare, e di arginare il Primaro; col risparmiare 6 miglia d'alveo, si avrebbe una diminuzione notabile della spesa totale. Ma in quel primo calcolo del Progetto della Longara si è dall'Autore supposta la larghezza costante del nuovo alveo di 10 pertiche, ch'è in circa la metà meno del bisogno. Si è inoltre supposta l'escavazione costante di 10 piedi in profondità, quando tra il Reno, e l'Idice nella linea di Malacappa dovrebb'essere l'escavazione almeno di 14, o 15 piedi, e verso la Selva Malvezzi restando il fondo del nuovo alveo, o superiore, o di poco inferiore al piano della campagna, bisognerebbe cercar d'altronde tutta la terra per formar gli argini. Senza ricorrere minutamente tutti gli altri capi di spesa, supporrò come certo, che nel Progetto di Malacappa la spesa calcolata al tavolino sia per lo meno d'un milione e mezzo di scudi, e concluderò francamente che sino a tanto che nelle tre Legazioni si tratterà d'un milione e mezzo di scudi, non si farà mai nulla, e poi nulla.

M 2 Mi

Mi appello su quest'articolo a tutta quanta la posterità.

E quì non resterebbe altro d'aggiugnersi, se nelle controversie presenti non si fosse citato ancora l'esempio del Canale di Linguadocca. Quella grand'opera, che risparmia a'Mercanti il rischio, e il giro di 800 leghe per andare da un Mare all'altro, e che sarebbe riuscita di maggior vantaggio alla Francia se le coste di Linguadocca fossero meno pericolose, è stata condotta a termine dalla magnanimità di Luigi il Grande, col lavoro d'anni 14, e colla spesa [a] di tredici milioni di Franchi, de'quali il Re ne somministrò 6920812, e la Provincia di Linguadocca 6079082. E siccome il risarcimento del porto di Sette ne costò due milioni; così il solo Canale sarà costato undici milioni di Franchi, che sono incirca due milioni de' nostri scudi. Nè deve far meraviglia che tale spesa non sia stata maggiore che d'un terzo della spesa calcolata al tavolino per la linea di Malacappa. Egli è vero che quel Canale ha portato le opere dispendiosissime di 104 sostegni, di altissimi ponti, de'quali uno è di 70 tese di lunghezza, del taglio fatto al Malpasso per 80 tese di lunghezza, 4 di larghezza, e $4 \frac{1}{2}$ d'altezza nel vivo sasso, di altri monti scavati in parte per la lunghezza di 15, o 20 mila tese, e sopra tutto della gran Vasca di Naurosa, da cui si distribuiscono le acque a diritta, e sinistra del Canale, e che ha 4000 passi di circonferenza, e 80 piedi di profondità. Ma per l'altra parte egli è vero [b], che la lunghezza del Canale è di tese 127660, e la larghezza di piedi 30, che danno un area di 22978800 piedi quadrati di Parigi,

(a) Dict. Univ. de Commerce art. Canal de Languedoc.
(b) Dict. de Moreri art. Languedoc.

rigi, o circa 20 milioni di piedi quadrati di Bologna: e questa sarebbe l'area d'un nuovo alveo di 40 miglia di lunghezza con 10 pertiche di larghezza, ch'è in circa la metà della larghezza dell'alveo necessario allo scarico di tutte le acque del Bolognese. La profondità dell'escavazione dovrebbe continuarsi per più di 20 miglia sino a 10, e 15 piedi: e nella parte inferiore dovrebb'essere di 3, o 4 piedi sotto il pelo basso del Mare, quando la linea di Malacappa si terminasse a S. Alberto. A ciò si deve aggiugnere la compra di tanti terreni fruttiferi per un'area cinque volte maggiore del Canale di Linguadocca, compresa la larghezza dell'alveo, delle golene, e degli argini: i provvedimenti da prendersi per mantenere la navigazione, e il comodo de'Mulini tra il nuovo alveo, e il Primaro: la spesa di rivolgere a seconda gli sbocchi di tanti influenti, di alzarvi tante pescaje, sino di 15 piedi d'altezza, come riuscirebbero quelle dell'Idice, e della Savena, e di fare un robusto, e doppio argine di miglia 40, e in molti luoghi di 15, o 20 piedi sopra il piano della campagna, e sul labbro delle Valli, o nelle Valli ec. E poi non è egli vero, che secondo i dati medesimi, che ci ha somministrato l'Autore del Progetto della Longara, non vi vorrebbe meno d'un milione e mezzo di scudi per la proposta diversione del Reno a Malacappa? Dunque quand'anco le forze presenti delle tre Legazioni si uguagliassero a quelle di tutta la Provincia di Linguadocca ne'tempi più floridi di Lodovico Decimo Quarto, non potrebbero esse arrivare in 14 anni, che a poco più di due terzi della spesa totale di sì grand'opera.

Vi è però una più sostanziale diversità tra il Progetto del Canale di Linguadocca, e quello d'una nuova inalveazione del Reno, e di tutti gli altri Torrenti

del

del Bolognese, e della Romagna, vale a dire la sicurezza dell' esito. Parlandosi d' un Canale navigabile d' acque chiare, vi sono esempj, e regole, e principj per intraprendere, e terminare felicemente tutto il lavoro. Parlandosi poi d' un nuovo alveo di tanta lunghezza, e di tanti diversi influenti, direbbe il Guglielmini che questo sarebbe *un operare alla cieca*, e il Guglielmini, ed Eustachio Manfredi sosterrebbero che la natura *non ci somministra un esempio da poterne cavar qualche lume*. Io seguiterò quì le tracce di Eustachio Manfredi, giacchè ho replicato sul fine del Cap. 3., che le difficoltà già promosse da lui contro la linea del Corradi, sono ugualmente applicabili a qualunque simil Progetto d' un alveo nuovo. Dice egli alla pag. 66. del Compendio, „ che la certezza dell' e- „ sito del rimedio proposto, in due cose dee conside- „ rarsi: una, che si possa arrivare a perfettamente ese- „ guirlo; e l' altra, che eseguito porti il bramato gio- „ vamento. „ Poi incomincia ad esaminare la prima difficoltà di esecuzione, che nasce dal non poter fissare accertatamente il declive, e la larghezza dell' alveo, che ricercherà la natura passando da un influente all' altro. Se si trattasse di regolare le acque ne' vecchj alvei, e dove gl' influenti portassero a' loro sbocchi materie prossimamente omogenee, come nella linea del Primaro; vedremo in appresso che lumi ci possono somministrar le teorie: mentre si verifica in questo caso ciò che aggiunse il Manfredi, „ che „ un maggior corpo d' acqua richiede minore incli- „ nazione, e che per ciò la cadente dell' alveo do- „ vrà essere di mano in mano più declive da fiu- „ me a fiume procedendo verso le parti superio- „ ri. „ Ma nella linea di Malacappa il caso è assai diverso. Già si è riconosciuto che l' Idice, e la Centona-

tonara presentemente portano ghiaje, e arene grosse, sino due, o tre miglia sotto l'intersecazione di detta linea, e dove, fatta la diversione, non giugnerebbero dal Reno, e dalla Savena che arene assai sottili. Questo è il caso preciso esaminato dal Guglielmini nel Cap. 14., *che i fiumi influenti portino materie più pesanti di quelle del fiume principale al punto dell' intersecazione*. Due condizioni ricerca il Guglielmini in questo caso per la sicurezza dell'esito, *caduta esorbitante, ed altezza di piano di campagna considerabile*. La prima condizione mancherebbe in gran parte alla linea di Malacappa, e l'altra vi mancherebbe del tutto. Mentre se si tenesse la linea sotto la Selva Malvezzi, resterebbe il fondo del nuovo alveo superiore al piano della campagna, e gli scoli non vi avrebbero ingresso, come consta dagli ultimi Profili. Che se poi si tenesse sopra la Selva, appena il fondo resterebbe incassato fra terra, e incontrerebbe la Quaderna due miglia sopra l'utimo limite delle ghiaje: e così le difficoltà, e i pericoli del nuovo alveo diverrebbero sempre maggiori.

Chi ha ultimamente abbracciato, e modificato il Progetto di Malacappa, ha veramente creduto che la pendenza d'once 17 per miglio, in tutto il tronco inferiore alla Centonara, fosse anzi sovrabbondante al bisogno, sul fondamento di quanto aggiugne il Guglielmini „ che le cadenti de' fiumi in ghiara, quantunque „ abbondanti d'acqua, desiderino qualche declività, „ la quale probabilmente dee esser maggiore di quel- „ la, ch'è dovuta a' fiumi mediocri, che corrono in „ arena; cioè a dire più di 15, o 16 once per miglio, „ e tanto maggiore quanto i fiumi sono più scarsi d'ac- „ qua, e le ghiaje più grosse. „ Ma in primo luogo dal testo del Guglielmini si potrebbe generalmente infe-

fe-

ferire, che i Fiumi mediocri, che corrono in ghiaja, devono avere un declive molto maggiore delle 15, o 16 once per miglio, che hanno i fiumi istessamente mediocri, e semplicemente arenosi. Il Reno sopra la Rotta Panfilia, dove ha lasciato indietro da molte miglia tutte le ghiaje, corre con once 14 $\frac{3}{4}$ di caduta per miglio, e sotto allo sbocco della Samoggia, dove pure corre in arena, ne ha 17, o 18. Come dunque potrà asserirsi, che le once 17. basteranno a spinger oltre, o a stritolare, e a disfare le arene grosse, e le ghiaje, che l'Idice, la Centonara, e la Quaderna porterebbero nel nuovo alveo colle loro acque? Quantunque, come abbiamo provato diffusamente, se la caduta fosse ancora esorbitante, e copiosa, non si potrebbe giammai sperare dal maggior corpo, ed impeto delle acque, o un totale disfacimento, o una diminuzione sensibile delle ghiaje. Tutto al più si otterrebbe di spignere le stesse ghiaje qualche miglio più sotto. Ma resterebbero esse nel fondo, e lo rialzerebbero, prima nelle parti inferiori, e poi col progresso del tempo ancor nelle altre superiori. E qui giova ripetere le quattro regole stabilite dal Guglielmini nel Cap. 9. „ 1°. di „ non introdurre *mai* alcun fiume, che corra in ghia- „ ja, dentro l'alveo d'un fiume reale, che abbia il „ fondo arenoso, o limoso: 2°. di non abbreviare *mai* „ la linea a que' fiumi influenti, che portano il sasso „ assai vicino alla propria foce: 3°. che le corrosioni „ delle ripe de' fiumi reali, prodotte da' sassi, portati „ dentro de' loro alvei da' fiumi tributarj, sono irrime- „ diabili, ed è opera, e spesa egualmente inutile, che „ dannosa al corso del fiume reale, l'ostarvi: 4°. che, „ quando sia cosa possibile, torna più a conto, o por- „ tare più abbasso la foce del fiume influente, o al-

„ lun-

„ lungargli la ſtrada colle tortuoſità, per fargli depor-
„ re il ſaſſo, prima dell'introduzione. „ Biſogna in oltre ripetere che lo ſteſſo Pò grande, quantunque abbondantiſſimo di acque, per Giudizio del Guglielmini, non ſi è ſtabilitó di letto, ſe nón quando, avendo finito di correre ſopra di un fondo *continuamente ghiaroſo*, non ha più ricevuto *da alcuno degl'influenti altra materia che arenoſa*, e quando non ha più ricevuto da eſſi ghiaja *di ſorte alcuna*. Come dunque i Fiumi mediocri, tra quali è il Reno, potranno ſtabilirſi di letto con altre regole?

Ora torniamo ad Euſtachio Manfredi. Egli, conſidera alla pag. 68. l'altra difficoltà aſſai più conſiderabile, che inſorgerà dagli oſtacoli della natura nell'atto dell'eſecuzione. Il Senio, e il Santerno sboccano ora felicemente in Primaro. La Quaderna, che adeſſo ſi ſpande per le Valli, prima di arrivare in Primaro, ha una caduta ſufficiente di fondo per andare inalveata ad unirſi alle altre acque alla Baſtìa. Se ſi voleſſe introdurre il Sillaro nella Quaderna, nel modo che ſi è ſpiegato, vi caderebbe dall'altezza di 5, o di 6 piedi, e ritrovando nell' alveo comune una caduta maggiore di quella del proprio alveo, vi avrebbe un corſo libero, e ſicuro. L'Idice, la Savena, e il Reno, ſecondo ciò che ſi è detto, ſi dovrebbero rivolgere inſieme dal tronco tortuoſo di Primaro nella propoſta continuazione del Cavo Benedettino alla Baſtìa: nelle quali intrapreſe non mancano eſempj, che poſſono dar lume, e tutte le difficoltà ſarebbero ſenza paragone minori di quelle, che incontrerebberſi quando preparato lo ſcavo di Malacappa vi ſi doveſſero gradatamente introdurre tutti i Torrenti, procedendo dagl'inferiori a' ſuperiori. Molti di eſſi vi sboccherebbero da grandiſſime altezze, e vi dovrebbero correre

con una caduta assai scarsa, almeno sino a tanto che ad essi si potesse unire anche il Reno. Supponiamo fatto il nuovo alveo tra 'l Senio, e il Santerno. Quì, direbbe il Manfredi, conviene dare un taglio al Senio, ma conviene darne un altro al Santerno. „ Essi „ se la intenderanno tra loro nel rassettare quell'al- „ veo, che li congiungerà, e facilmente ancora nel „ conciar a dovere quegli argini, che dovranno fre- „ narli. Niuno può predire quali stravaganti effetti sie- „ no per produrre due fiumi, che piombando sulla „ campagna dai loro fondi assai più alti di essa, ver- „ ranno ad urtarsi di fronte colle loro correnti, e tro- „ verannosi imprigionati in un recinto d'argini senz'al- „ cun esito. E' facile che al piede dell'uno, e dell'al- „ tro taglio si formino due gran gorghi, che potreb- „ bero avanzarsi sino al piede d'uno, o d'amendue i „ nuovi argini, e scalzandoli, atterrarli ec. Se non „ si avesse riguardo di non nojare chi legge, si po- „ trebbero considerare a parte a parte le difficoltà „ dell'unione degli altri fiumi, supposto che succedesse „ quella dei due primi . . . Ogni disgrazia che acca- „ da manderà in lungo il sollievo de' Bolognesi, che „ in tanto affogano, se più tosto non succederà, che „ tolto via il Santerno, e il Senio . . . chi soprain- „ tende al lavoro, non prenda allora per consiglio di „ disperarsi di terminarlo. „ Ciò che ha scritto il Guglielmini nel Cap. 7. alla pag. 220. confermerebbe lo stesso timore de' gorghi profondissimi, e de' vortici, massime rispetto all'Idice, e alla Savena, che dovrebbero cadere da circa 15 piedi d'altezza.

Ma corrisponde fin quì all'Idea dell'Autore il successo dell'opera: noi siamo ora a introdurre il Reno, prosiegue Eustachio Manfredi alla pag. 71. Io non dirò che il Progetto di Malacappa possa portare 24 anni

ni di tempo, come l'esecuzione dell'altro Progetto del Corradi. Supporrò che vi vogliano solamente 4, o 5 anni, e che seguitando il metodo, ch'è il solo da poterne sperare ***qualche barlume in una materia così ardua***, come ha insegnato il Guglielmini, si debba incominciare gradatamente l'inalveazione dagli ultimi influenti, e osservare cosa succede. Egli è certo che preparandosi il fondo del nuovo alveo, e regolandosi sulla cadente, che si credesse bastante per tutto il corpo delle acque unite, e scorrendovi per quattro, o cinqu'anni i soli ultimi influenti senza l'ajuto del Reno che vale quasi per tutti, vi si faranno alte, e continue deposizioni. Ciò che succederebbe quando, per esempio, il Santerno corresse in un fondo più basso senza l'ajuto delle altre acque fino al Senio, si può argomentare da ciò, ch'è già succeduto, quando si è rimosso il Lamone dal Primaro. Gl'inconvenienti sarebbero ancora maggiori superiormente, dove l'Idice, la Centonara, e la Quaderna porterebbero le loro ghiaje, e dove l'Idice dovrebbe correre per qualch'anno con 20 once di caduta per miglio, quando nell'alveo proprio ne ricerca più di tre piedi. Ma finalmente entrando il Reno nel nuovo alveo già interrato, se lo dovrà proporzionare al bisogno. Ora, dice Eustachio Manfredi, „ questo proporzionarsi l'alveo, vuol dire „ roderlo, e scalzarlo, il che non può farsi in un mo„ mento, e nell'atto che si fa mette in pericolo gli „ argini. Se dunque non si torna da capo ad iscavar„ lo (e come far ciò in un tratto si lungo, e si lar„ go, e sempre soggetto ad improvise piene? o in „ quanto tempo farlo? o con quale spesa?) egli è espo„ sto ad un evidente rischio, che tutta l'Opera sia „ gettata, per una rotta, che si potrebbe andar ri„ novando, due, quattro, e sei volte, finchè gli uo-

 mi-

„ mini si riduceſſero ad abbandonare l'impreſa di mai „ più chiuderla. „ Le quali difficoltà non ſono altrimenti applicabili al Progetto del Primaro, dove i Torrenti non portano materie groſſe, e in cui il Senio, e il Santerno non dovrebbero ſtare ſenza l' impulſo delle altre acque ſuperiori, ancor nel tempo che si perfezionaſſe il nuovo taglio dal Colombo alla Baſtia. Parimenti la Savena, e l'Idice non correrebbero nel Cavo Benedettino ſenza una parte del Reno, che già vi arriva colle ſue torbide, quantunque reſtando diſalveato deponga ſuperiormente le arene. E per queſt'iſteſſa ragione ſe il Cavo Benedettino si continuaſſe alla Baſtia coll'uniforme larghezza, che converrebbe alle acque da unirvisi preſentemente, l' allargamento che vi si potrebbe poi fare, quando colmate le Valli ſuperiori correſſe il Reno unito dalla Rotta Panfilia al Paſſo Segni, ſarebbe molto minore di quello, che si farebbe naturalmente nel nuovo alveo di Malacappa in qualunque ipotesi, o che il tronco inferiore si preparaſſe colla larghezza corriſpondente ſoltanto al corpo degli ultimi influenti, e che dopo 4, o 5 anni vi si doveſſe introdurre anche il Reno, o che si preparaſſe tutto l'alveo per tutti i Fiumi, e i Torrenti, e incominciando ad avervi esito alcuni di eſſi ſenza una gocciola del Reno, rialzaſſero e reſtringeſſero notabilmente un recipiente meno declive, e aſſai più largo del biſogno.

„ Per non perder più tempo, dice Euſtachio Man- „ fredi, paſſiamo a conſiderare l'opera ſteſſa già per- „ fettamente eſeguita, e veggiamo qual frutto avremo „ ricavato da un sì lungo, e sì duro contraſto cogli „ oſtacoli frappoſti dalla natura all'adempimento di „ eſſa. „ Da quanti accidenti non dipenderebbe la rovina di tutta l'opera? Se per disgrazia precipitaſſe una

di

di quelle tante, e così alte pescaje del Progetto di Malacappa, come non si rinoverebbero maggiormente i tanto decantati disordini del Cavo Benedettino? Nel Progetto del Primaro sarebbero necessarie due sole chiuse, la prima di 5, o 6 piedi allo sbocco del Sillaro, e la seconda allo sbocco dell'Idice di piedi 7. Gli altri Torrenti avrebbero uno sbocco facile, e libero, nè si potrebbero abbassare di fondo con pregiudizio di tutto l'alveo comune. Nel Progetto di Malacappa quasi tutti i Torrenti si dovrebbero sostenere con chiuse ancor di 10, e di 15 piedi. La ragione di questa differenza si è già dedotta dalle Scritture del Guglielmini. I Torrenti del Bolognese scorrendo da Mezzogiorno a Tramontana, e dagli Apennini verso il Primaro, si sono formati colle loro deposizioni un graduale alzamento, lasciando a diritta, e a sinistra larghissimi solchi, o conche di terreno, e gli scoli necessarj per le campagne: e siccome i Torrenti medesimi nelle parti inferiori portano sempre materie meno copiose, e più leggiere; quindi è che ivi conservano altezze meno diverse, e rendono più uniforme l'andamento di tutto il piano. E poi, comunque si eseguisca o l'uno o l'altro Progetto, non ha mai da succedere una rotta? Mentre dove vi sono acque, vi sono mali, e disordini, e l'ottimo Progetto d'acque si è sempre riputato quello, non già che terminasse tutti i guai, ma che li rendesse minori, e più brevi. Ora le rotte non possono succedere più facilmente nella linea del Primaro, che in quella di Malacappa. La Valle di Marmorta, verso la minima sezione, non è certamente di peggior qualità delle Valli di Buonacquisto, e di Medicina, dove le acque si estendono sino nelle vicinanze di Buda ancor ne'tempi più asciutti. Ora se nel primo Progetto succedesse

una

una rotta in Marmorta nell'argine destro, o sinistro, si spanderebbero le acque per le Valli, che ora sono inondate: e nel secondo caso lo stesso argine del Primaro difenderebbe abbastanza tutto il Polesine di S. Giorgio. Ma nel Progetto di Malacappa, se accadesse qualche disgrazia verso la Selva Malvezzi, che sarebbe il punto più critico, e dove meno si profonderebbe il nuovo alveo nel piano della campagna, e riuscirebbe minore il declive, e gl' influenti condurrebbero più pesanti materie; come resterebbero esposti i terreni più colti del Bolognese? „ Nel nuovo stato di „ cose, conclude Eustachio Manfredi, seguendo una „ rotta a destra, le acque rimarranno chiuse quinci „ dagli argini de' torrenti, e quindi dal nuovo fiume, „ che servirà di una gran trincea per arrestarle . . . „ senza che possa dirsi nè in quanto tempo, nè in „ qual modo, nè con quale spesa possa ripararsi un „ tal danno. Se l'Autore non mostra che nel suo Pro„ getto sia impossibile, che segua una rotta, si rende „ pur troppo evidente che il rimedio da lui proposto „ è di gran lunga peggiore del presente male. „

Resta da ponderarsi un vantaggio, che la linea di Malacappa mostra di avere sopra l'altra inferiore del Primaro, vale a dire la brevità maggiore della strada, e la maggior caduta del fondo. Per ciò, che appartiene alla brevità della strada, osservò Eustachio Manfredi (a), „ che la spiaggia dell'Adriatico verso lo „ sbocco di Primaro giace in una positura quasi pa„ rallella all' andamento del Reno, per modo che „ tutte le linee perpendicolari a questo, e comprese, „ fra esso, e il Mare sono presso a poco uguali. „ Così tutto lo svantaggio della linea del Primaro si ridurreb-

(a) Risposta a' Sigg. Ceva, e Moscatelli Cap. ult.

rebbe in questa parte a conservare il presente alveo di Reno da Malacappa sino alla Rotta Panfilia, dove ora corrono le acque ben arginate, e dove avrebbero esse un corso tanto migliore, se co'nuovi lavori il fondo del Reno si lasciasse abbassare, come si è detto, d'alcuni piedi. Resterà dunque da considerare il secondo articolo, che quantunque sia poco differente la strada, andando al Mare direttamente o dalla Rotta Panfilia, o da Malacappa, ciò non ostante partendo da quest'ultimo punto, e risparmiandosi tutto il tronco inferiore di Reno sino alla Rotta, si guadagnerebbe ancora l'intera caduta, che ha il fondo di Malacappa sopra la Rotta. Quì bisogna osservare tre cose principalmente. In primo luogo il fondo del Reno a Malacappa cade sulla comune orizzontale delle ultime livellazioni piedi 59. 2. 0, e alla Rotta Panfilia 37. 7. 7: dal che malamente s'inferirebbe che il guadagno della caduta nel nuovo alveo fosse in circa di piedi $21\frac{1}{4}$. Mentre il fondo della Samoggia cade sopra la stessa orizzontale 60. 0. 8., dove verrebbe a tagliarsi dalla linea di Malacappa, e in distanza di due miglia e mezzo dal Reno. E siccome la pendenza ragguagliata della Samoggia dallo sbocco del Lavino sino al Reno è di circa 3 piedi per miglio; così non potrebb'essa ricapitarsi nel Reno, che colla totale caduta di piedi $7\frac{1}{2}$: vale a dire il fondo del nuovo alveo a Malacappa dovrebbe restare 52. 6. 8. sopra l'orizzontale, e tutto il guadagno della caduta sarebbe in circa di piedi 15. In secondo luogo è da notarsi, che il Reno da Malacappa a Buon Convento pende in ragione d'once $43\frac{1}{2}$ per miglio: che in

tut-

tutto il tratto ſuperiore da Malacappa ſino al Trebbo ha la pendenza ragguagliata d'once 28. $1\frac{3}{4}$: e che nel tratto inferiore ſino allo sbocco della Samoggia mantiene la pendenza ragguagliata d'once 25, la quale ſi diminuiſce poi di due ſettimi in circa ſotto allo sbocco, come vedremo, e vicino alle rotte ſi riduce ad once $14\frac{3}{4}$. Lo sbocco della Samoggia è quasi tanto lontano da Malacappa, quanto ſarebbe nella nuova linea lo sbocco della Savena. Però ſe la Samoggia ſi volgeſſe nel Reno a Malacappa, e la caduta del Reno per queſta unione ſi diminuiſce iſteſſamente di due ſettimi; ſi avrebbero once 31, oppure 20, ſecondo che ſi prendeſſe o l'una o l'altra delle due antecedenti cadute, e volendo prendere un medio, non vi abbiſognerebbe molto meno di 24 once di caduta per miglio. Per l'altra parte avendone il Reno 18 ſotto lo sbocco preſente della Samoggia, non si può dubitare che la caduta non doveſs'eſſere aſſai maggiore ſotto lo sbocco propoſto della Samoggia a Malacappa, dove la Samoggia medeſima porterebbe arene aſſai più groſſe, e dove il Reno non avrebbe laſciato affatto le ghiaje. E così nella linea di Malacappa s'incomincierebbe la diverſione da un punto bensì più alto, ma in cui ricercherebbero le acque una caduta notabilmente maggiore che alla Rotta Panfilia. In terzo luogo convien riflettere che nella linea ſuperiore si taglierebbero molti Torrenti ſopra i limiti delle ghiaje, e dove le altre materie ſarebbero aſſai più groſſe di quelle che arriverebbero in Primaro. Anzi si è già notato, che in quel Progetto diminuendosi la caduta dalle once 24 alle 17, cioè per poco meno d'un terzo, non vi ſarebbe impulſo baſtan-

ſtante per le ghiaje della Quaderna, della Centonara, e dell'Idice, quantunque in maggior diſtanza dal Mare baſtino once $14 \frac{3}{4}$ per le arene più ſottili del Reno. Reſta ora da eſaminare ſe nella linea del Primaro, prendendoſi gl'influenti dove conducono e più ſottili, e quaſi uniformi materie, ſi poſſa diminuir la caduta di circa un terzo, e ridurſi dalle once $14 \frac{3}{4}$ alle 14, e poi alle 12, e nel tratto inferiore anche alle 10.

LIBRO TERZO

DELLE VELOCITA', ALTEZZE, E PENDENZE DE' FIUMI.

Capitolo Primo

Della diminuzione delle pendenze.

„ I Fiumi, i quali si fanno grandi per lo concorso
„ d'altri minori, hanno il loro fondo disposto, a
„ modo di un poligono, o sia d'una figura di più la-
„ ti, de'quali i più alti facciano angolo maggiore con
„ l'orizzontale, ed i più bassi minore, ed inoltre gli
„ angoli tutti siano all'intorno de' punti delle con-
„ fluenze „ come insegnò il Guglielmini nel Coroll. 4.
della Prop. 2. del Cap. 5. sopra la Natura de'Fiumi.
In quella proposizione trattò il grande osservatore de'
Fiumi *dello stabilimento degli alvei fatto per via di escavazione dall'acqua*, come egli stesso avvertì nel
Coroll. 5. della Prop. 5. Quindi passando a trattare
de'fondi che si stabiliscono *per alluvione*, *replezione*, *o sia deposizione di materia*, spiegò il Guglielmini nella Prop. 6. „ un caso possibile a succedere
„ ne'Fiumi, che corrono in ghiara. Se un fiume, che
„ corra sopra un fondo, che resista all'escavazione,
„ richiederà tanto tempo per compirla sino al segno
„ che richiede la propria forza, e permette l'inclina-

„ zione dell'alveo, e che prima d'esser essa compita, „ sia portata nell'alveo altra materia della medesima „ natura; anderà il detto fiume continuamente scavando il suo fondo, che sarà stabilito fra due termini, l'uno determinato dalla massima altezza, che „ può farsi per replezione, l'altro della massima bassezza fatta per escavazione. „ Ma poi parlando de' Fiumi, che portano arene assai sottili, e parti terree, delle forze dell'acqua sufficienti per mantenere incorporate le torbide, e delle pendenze necessarie per impedire le deposizioni, aggiunse il Guglielmini, che „ in „ proposito di volere sminuire le pendenze, potrebbe „ giovare, essendo praticabile, il restringimento dell'alveo ad un fiume; o l'unione di più acque in un „ solo alveo. „ Però in qualunque maniera si stabilisca il letto de' Fiumi arenosi, e torbidi, o con sostenere le torbide istesse, o con escavare il fondo, e smaltire le deposizioni; secondo gl'insegnamenti del Guglielmini, i Fiumi uniti devono stabilirsi sopra pendenze minori sempre di quelle, che separatamente conservano ne' proprj alvei. I fenomeni, e il fatto corrispondono generalmente a queste teorie. Il Pò Grande [a] da Cremona fino allo sbocco dell'Oglio cammina con maggiore inclinazione di quella, che ha nelle parti inferiori. Il Panaro [b] sopra alla Stellata corre con once 18. $10\frac{3}{4}$ di caduta per miglio: e il fondo del Pò [c] dalla Stellata a Lagoscuro ha una pendenza eguale a quella del pelo basso, e il pelo basso pende in ragione d'once 7. 11 per miglio. Il Lavino nel proprio alveo pende once $76\frac{1}{2}$ ragguagliatamente per mi-

(a) Barat. Archit. delle Acque par. 1. pag. 213.
(b) Risposta a' Sigg. Ceva, e Moscatelli Cap. 15.
(c) Dial. fra Giorgio ec. pag. 41.

miglio, e la Samoggia once 53. 5 nelle ultime due miglia ſopra la confluenza: andando poi queſti due Torrenti uniti inſieme, hanno la pendenza ragguagliata d'once $37\frac{1}{3}$ dalla loro confluenza ſino allo sbocco in Reno. Il Reno due miglia ſopra lo sbocco della Samoggia pende in ragione d'once 26. 2 per miglio, e in tutto il tratto ſuperiore di 5, o di 6 miglia ha la pendenza ragguagliata d'once 25. Nelle prime pertiche 781 ſotto lo sbocco della Samoggia pende il Reno in ragione d'once 17. 8 per miglio, e in tutto il tratto di miglia $7\frac{1}{2}$ dalla Samoggia ſino alla Rotta Panſilia, ha la pendenza ragguagliata d'once 18. 4, che ſi fa poi d'once $14\frac{3}{4}$ ſopra la Rotta: come riſulta dalle ultime livellazioni.

L'eſempio del Pò, e del Panaro ne'Fiumi grandi, e ne'Fiumi minori, gli eſempj del Reno, e della Samoggia, della Samoggia, e del Lavino, ci ſomminiſtrano un altro teorema: *che ſe l'influente, e il recipiente porteranno al punto della confluenza materie proſſimamente ſimili, e omogenee; la pendenza nell'alveo comune ſarà minore non ſolamente di quella dell'influente, ma di quella ancora che il recipiente aveva prima nel proprio alveo*. Euſtachio Manfredi già ci propoſe queſto teorema, come si è detto nel principio del libro antecedente, che il Reno unito agli altri Torrenti ricercherebbe una caduta ſempre minore nelle parti inferiori, la quale ſotto allo sbocco di Savena potrebb'eſſere ancora d'once 10 ragguagliatamente per miglio: e non fu che nel caſo, e nelle circoſtanze particolari del Progetto Corradi, che trattandoſi di eſcludere dal Reno il Canal Naviglio, di pro-

ve-

vedere i luoghi poſti a ſiniſtra del comodo de' Mulini, di guidare le acque perenni con tante botti ſotterranee in Primaro, e di ricevere nel nuovo alveo dagl'influenti materie groſſe; ſcriſſe il Manfredi che non potevaſi più prendere l'arbitrio della caduta di once 10 ragguagliatamente per miglio, e che dovendoſi conſiderare il nuovo alveo come fatto per uno, o per pochi torrenti, al più conveniva aſſegnargli la caduta del meno declive di eſſi (a). Ma trattandoſi dell' unione di corpi d'acqua conſiderabili, fu egli ſempre di ſentimento che la pendenza de' Fiumi uniti doveſſe eſſere minor di quella, che ha ciaſcun Fiume ſeparatamente nel proprio alveo. Però ſoggiunſe, che non era bensì applicabile al Progetto del Corradi, ma che però non poteva diſapprovarſi la regola di diminuire gradatamente le cadenti dell'alveo, a proporzione che si andaſſe accreſcendo il corpo d'acque. Così pure nel Cap. 12. della Riſpoſta già mentovata ci laſciò ſcritto. „ Si miſurino le pendenze di tutti i rigagno-„ li, che coſtituiſcono un rivo, di tutti i rivi, che for-„ mano un Torrente, di tutti i Torrenti, che sboc-„ cano in un Fiume Reale. Si troverà ſempre che i „ minori hanno il fondo più inclinato, e più ripido „ de' maggiori. „ E nel Cap. 15. parlando dell'unione allora propoſta del Reno, e del Panaro, che, come si è notato, cammina con once 18 $10\frac{3}{4}$ di caduta per miglio, aggiunſe: „ ma egli è pur neceſſario per le „ coſe altre volte dette, che coteſta pendenza nell'al-„ veo comune si renda minore di quella, che ciaſcun „ fiume ha nel ſuo proprio: onde avendola il Reno „ di once $14\frac{3}{4}$, o diciamo di once 15, converrà che „ di

(a) Compendio ed Eſame pag. 78.

„ di fotto all'unione si profondi di nuovo il letto del „ Panaro comune al Reno, finchè penda qualche cofa „ meno di once 15. per miglio. „

E certamente fupponendo che le arene, e le torbide dell' influente, e del recipiente fiano proffimamente della fteffa quantità, e qualità, fi avrà un Fiume quafi egualmente torbido, e prima, e dopo la confluenza, e ad una fteffa quantità d' acqua corrifponderà quafi la fteffa quantità di terra, e di arena. Ora qualunque fiafi la forza neceffaria per foftenere incorporate le torbide, fmaltire le depofizioni, e mantenere efpurgato il fondo, deve effa dipendere dal corpo d' acqua, e dal declive: e però fe un dato corpo d' acqua del folo recipiente fi ftabilifce fopra una data inclinazione di fondo; dopo l' unione d' un influente, con un maggior corpo d' acqua dovrà lo fteffo recipiente ftabilirfi fopra un declive minor di prima. E ciò deve egualmente aver luogo nel tempo delle maffime piene, e nella maggiore baffezza d' acque, e in tutti gli ftati intermedj del Fiume. Euftachio Manfredi fpiegando il Coroll 4. della Prop. 6. del Cap. 5 del Guglielmini, che *quanto maggior di corpo farà l' acqua ordinaria del fiume, farà ancora tanto meno declive l' alveo*, notò „ che non è limitato il tempo, „ in cui la forza dell' acqua è capace di fpingere le „ materie fciolte, e ftaccate, che ftanno ful letto, al „ folo ftato delle maffime efcrefcenze del fiume, ma „ poterfi tal effetto afpettare in qualche grado anco „ nello ftato ordinario dell' acqua. „ Quando fi tratti di un Fiume, che con una data pendenza corra fopra di un letto già ftabilito, e crefca per l' unione di altri influenti, dev' effer vero generalmente, e in ogni tempo quanto fi è detto. Nè qui giova l' opporre, che calando le piene non fi diminuifce con egual pro-

por-

porzione la quantità delle materie trasportate dall' acqua, e che allora restando quasi egualmente torbido il Fiume, potrà lasciare delle deposizioni, se alla minore altezza non supplirà una caduta abbondante, e copiosa. Questa difficoltà, che risguarda lo stabilimento de' Fiumi ancor solitarj, non è più applicabile al caso de' Fiumi, che si suppongono stabiliti, e che poi si uniscono insieme. Mentre sarà sempre vero, che se il solo recipiente, con una data pendenza, mantiene espurgato il fondo, e in tempo che le acque son basse, e quando le piene sono massime, o medie; dopo l' unione d' un influente avrà bisogno di minore pendenza per sostenere in ogni tempo le torbide, e smaltire le nuove deposizioni.

Ciò pure vale ugualmente nel caso, che non siano contemporanee le piene, e che, come succede ordinariamente, l' influente nel proprio alveo abbia maggior pendenza del recipiente. In tutti i Fiumi regolati, giugnendo qualche influente in piena, regurgitano le acque all' insù, e vi lasciano de' sedimenti. Ancora sotto allo sbocco possono farsi delle deposizioni, se l' ajuto, che riceve l' influente dalle acque basse del recipiente, non basta per compensare la differenza della caduta, che trova l' influente, passando dall' alveo proprio nell' alveo comune. Ma il regurgito non può trattenere lo scarico delle acque da quel punto in su de' due fondi, dove arriva l' orizzontale tirata sul pelo basso del recipiente alzato dell' influente, come ha dimostrato il P. Grandi nella Prop. 36. del Lib. 2. sopra il movimento delle acque; e, come scrisse il Guglielmini nel Cap. 10, essendo in piena l' influente, e non il recipiente, e non potendosi impedire il regurgito „ s' interrirà l' alveo anche nelle „ parti superiori, che però tornerà al suo essere primie-

„ ro

„ ro ſopravvenendo la piena del recipiente. Queſt'ef-
„ fetto s' oſſerva nel Pò di Primaro allo ſbocco del
„ Santerno. „ Nel Coroll. 2. della Prop. 1. del Cap.
8. inſegnò il Guglielmini, che „ l'impedimento che
„ fa un fiume all' ingreſſo di un altro è equiparabile
„ al fluſſo marino, e maggiormente quando rigurgita
„ nell' alveo di eſſo . . . . interrendoſi gli alvei degl'
„ influenti durante il riſtagno, o regurgito, e di nuo-
„ vo eſcavandoſi al ceſſare de' medeſimi. „ La Samoggia allo sbocco del Lavino trova molte volte le depoſizioni, che queſto vi ha laſciato nelle precedenti ſue piene: nè meno frequente è il caſo che il Reno trovi nel proprio alveo le depoſizioni laſciate dalla Samoggia, *Torrente non meno torbido di Reno* (a). Con tutto ciò ſopravvenendo le piene della Samoggia ſi reſtituiſce il fondo ſopra un declive non ſolamente minor di quello del Lavino, ma ancor minore del declive che ha la Samoggia ſolitaria nel proprio alveo. Così pure le piene del Reno mantengono ſempre un declive notabilmente minore tanto ſotto che ſopra la confluenza della Samoggia. Da queſti eſempi, e da tutte l' eſpoſte dottrine ſi può ricavare fondatamente coſa ſuccederebbe quando entraſſero inferiormente nel Reno degli altri influenti, che non portaſſero materie groſſe agli sbocchi, e non combinaſſero ancora nel tempo delle maſſime loro piene: vale a dire, che la pendenza del Reno ſi dovrebbe ſcemare gradatamente allo sbocco del primo influente, e del ſecondo, e di tutti gli altri.

Il Reno alla Rotta Panfilia porta arene più groſſe di quelle che la Savena, e l'Idice poſſono naturalmente condurre a' loro sbocchi nel Cavo Benedettino. Ma quando an-

P

(a) Riſp. a' Sigg. Ceva, e Moſcatelli Cap. 12.

andasse il Reno inalveato, e arginato ad unirsi alla Savena nel Cavo, dopo undici miglia di strada, dovrebbero sempre più assottigliarsi le di lui sabbie, come si è detto sul fine del Cap. 1., e diventare almeno prossimamente simili a quelle della Savena, e dell' Idice. Rispetto alla Savena non vi è dubbio. L' Idice veramente ha portato nel Cavo Benedettino materie grosse, e ancora qualche piccola breccia. Ma quelle sono materie staccate dal fondo, e precipitate dalle parti superiori dell' Idice, dopo che s' è rotta la chiusa posta allo sbocco dell' Idice nel Cavo, e tutto il fondo s' è abbassato notabilmente fino all' altra chiusa della Riccardina. Nel letto vecchio dell' Idice, in vicinanza al Cavo Benedettino, e nell' ultimo tronco di Savena, pure abbandonato presentemente, non si ritrovano breccie, nè arene grosse: e quando il fondo di quel Torrente non si dovesse abbassar di nuovo, come si è detto; l' Idice, la Savena, il Reno porterebbero insieme nel Cavo prossimamente la stessa quantità, e qualità di materie. Ciò posto egli è innegabile, che la pendenza del Reno si diminuirà alla confluenza di Savena, e poi di nuovo alla confluenza dell' Idice. Che se avendo la Samoggia un declive di tre piedi per miglio, ciò non ostante unendosi al Reno abbassa il di lui fondo dalle 25, o 26 once alle 18; l' aggiunta della Savena, e dell' Idice, Torrenti nè minori, nè meno torbidi della Samoggia, dovrà ridurre l' alveo comune a una pendenza non solamente minore di 3 piedi per miglio, che gl' influenti ricercano nel proprio letto, ma ancora delle once 14 $\frac{3}{4}$, che convengono al solo Reno superiormente alla Rotta Panfilia. E certamente vi è la stessa ragione per ciascuno degl' influenti. Hanno essi la loro ori-
gine

gine in luoghi, che non sono molto lontani, corrono colla direzione comune da Mezzogiorno a Settentrione, e riconoscono le loro piene dalle cause generali, come sono lo scioglimento delle nevi, e le pioggie. E quindi è che quantunque la Samoggia, e la Savena, come di corso più breve colle loro piene prevengano quelle del Reno, non può però il Reno in piena ritrovar que' Torrenti più scarsi d' acque. Adunque si deve accrescere sensibilmente colla loro unione il corpo d' acqua nel Reno, e con ciò deve accrescersi la forza, e diminuirsi sensibilmente la caduta.

Il Corradi nell'articolo nono degli *Effetti Dannosi &c.* ha voluto fissar la legge della diminuzione delle pendenze: ma tanto infelicemente quanto lo ha dimostrato Eustachio Manfredi nelle note al medesimo articolo, e nella *Breve Confutazione &c.* Le regole del Corradi si riducono a due: la prima, *che i seni de' complementi de' letti de' Fiumi stabiliti, che portino materie della medesima condizione, sieno come le velocità, quando questi letti sono declivi verso lo sbocco:* la seconda, *che di due Fiumi stabiliti, l'uno declive, l'altro acclive verso lo sbocco, la velocità del primo sia alla velocità del secondo come il seno del complemento del primo alla somma del seno retto, e del seno del complemento del secondo*. Chi volesse applicare la prima regola al caso nostro, e supponesse, come il Corradi, che le velocità fossero in ragione sudduplicata delle altezze dell'acqua, ritroverebbe una così grande diminuzione della pendenza del Reno per un accrescimento ancor piccolo della velocità, e dell'altezza, che anzi alla confluenza della Savena, e dell'Idice, dovrebbe il seno del complemento farsi maggior del raggio, e la base, o il piede della pendenza diventar maggiore dello stesso letto penden-

 te.

te. Con ciò la pendenza verrebbe a ſtabilirſi a roveſcio, di declive facendoſi acclive, e le acque potrebbero correre all'insù: e queſto è il principale aſſurdo, a cui Euſtachio Manfredi, nella prima parte del *Compendio, ed Eſame*, riduſſe generalmente le regole del Corradi. Senza ripetere gli altri aſſurdi, che ſeguirebbero dalle ſteſſe due regole, baſterà l'avere accennato che il Corradi ricavò l'una e l'altra da una ſtrana, ed aſſurda teoria del fregamento de' corpi ſcabri. Egli veramente credette d'andar ſull'orme del Sig. Parent. Ma il Geometra Franceſe (a) trattò un Problema aſſai differente, e calcolò molto diverſamente la forza del fregamento: poichè ſupponendo data la proporzione del peſo del corpo alla forza del fregamento in un piano orizzontale, ch'è la minima forza eſterna neceſſaria a muovere il corpo ſcabro orizzontalmente, determinò la forza neceſſaria per muoverlo in qualunque piano inclinato. Nel caſo del n. 10. in cui la direzione della forza impellente ſi ſuppone parallella al piano inclinato, facendo la ſteſſa forza $= f$, il ſeno dell'inclinazione del piano coll'orizzonte $= h$, il ſeno del complemento $= b$, la gravità aſſoluta del corpo ſcabro $= p$, e chiamando $\pi : \varphi$ la ragione del peſo del corpo alla forza del fregamento in un piano orizzontale, ſi trova l'equazione $f, = \frac{\left(\pm \frac{\varphi}{\pi} b \mp h \right) p.}{\sqrt{(b^2 + h^2)}}$

Secondo queſta formola del Parent ſi potrebbero bensì correggere le regole del Corradi, ma niente ſi potrebbe cavare che foſſe applicabile alle pendenze de' Fiumi torbidi, dove portano ſabbia, o altra materia incorporata coll'acqua. Al più, come diſſe Euſta-

(a) Mem. de l' Acad. Roy, des Sciences an. 1704.

ſtachio Manfredi, potrebbero ſimili ricerche applicarſi a' Fiumi, che ſpingono ne' loro letti ghiaje, o arene groſſe, che ſenza alzarſi dal fondo vi ſi doveſſero ſtraſcinar ſopra. In queſto caſo la forza impellente f ſarebbe in ragione non ſemplice, ma duplicata delle velocità, con cui l'acqua urterebbe le materie medeſime, ſecondo la Prop. 39. delle Inſtituzioni Meccaniche del P. Grandi: e i quadrati delle velocità ſarebbero proporzionali a coſeni delle inclinazioni degli alvei, ſolamente nel caſo, che ſi poteſſe traſcurare la forza $\frac{\mp bp}{\sqrt{(b^2+b^2)}}$ con cui la gravità del corpo ſcabro ajuta, o impediſce la forza impellente. Parlandoſi di alvei pochiſſimo inclinati all' orizzonte, ſi potrebbe traſcurare, ſiccome il ſeno dell' inclinazione riſpetto al coſeno, così ancora la gravità reſpettiva in confronto della forza del fregamento: e queſto ſarebbe il caſo del Reno, che nel tratto inferiore non ha che in circa 52 minuti ſecondi d' inclinazione del fondo all' orizzonte. Il Sig. Amontons (a) ſtabilì con diverſe ſperienze, che la forza del fregamento d' un corpo ſcabro ſia circa la terza parte della forza perpendicolare, che preme una ſuperficie contro l' altra. Il Parent con alcuni raziocinj Geometrici (b) arrivò al medeſimo riſultato facendo la proporzione minore di 7 a 20. E ſu queſto principio il Bulfingero (c) trovò che le due forze ſi uguagliano, o ſia che un corpo ſcabro non può cadere in un piano inclinato all' orizzonte gradi 18 $\frac{1}{2}$. Le ſperienze del Sig. Amontons non si accordano molto colle altre riferite nel Cap. 9. del Sag-

(a) Hiſt. de Acad. Roy. an. 1699.
(b) Hiſt. de l'Acad. Roy. an. 1706.
(c) Act. Acad. Petrop. to. 2.

Saggio di Fisica del Musschenbroeck. Con tutto ciò essendo la gravità rispettiva in diversi piani proporzionale al seno d' inclinazione, e la forza del fregamento dovendo crescere come il coseno; ne' piani di pochissima inclinazione si potrà trascurare la prima forza rispetto alla seconda, quantunque la forza del fregamento stia alla forza perpendicolare in minor ragione di uno a tre. Però quando colle formole del Parent si volesse determinare l' inclinazione necessaria del fondo perchè la forza delle acque unite potesse sempre egualmente superare la resistenza, e il fregamento delle materie grosse; allora in vece della prima regola del Corradi, e solamente nel caso che l' inclinazione dell' alveo sia piccolissima, ricaverebbesi quest' altra regola: *che il seno del complemento dovrebb' essere proporzionale al quadrato della velocità*.

Secondo le dottrine del Guglielmini bisognerebbe ricercare con altri differenti principj la pendenza necessaria in un Fiume, o per escavare il fondo, o per sostenere le torbide, e non lasciare deposizioni. Rispetto agli alvei stabiliti per escavazione osserva il Guglielmini nel Coroll. 2. della Prop. 1. del Cap. 5. che le parti del terreno, massimamente bagnato dall' acqua, rare volte hanno tanta aderenza da sostenersi con un' inclinazione maggiore d' un angolo semiretto, senza scompigliarsi, e dirupare: e che però diminuita l' inclinazione si potranno ugualmente disunire le parti quando si aggiunga una forza esteriore, che uguagli la diminuzione del loro peso rispettivo, e le spinga verso la parte inferiore. Quindi conclude che „ unite le „ forze estrinseche al conato, che fanno le parti del„ la terra per disunirsi; quelle si richiederanno sem„ pre maggiori, quanto le inclinazioni coll'orizzonte „ saranno minori . . . e non essendo la forza estrin-

seca

„ ſeca (cioè nel caſo noſtro la velocità dell' acqua)
„ baſtante a ridurre il piano al ſito orizzontale ; ne-
„ ceſſariamente biſognerà che lo laſci declive, ed in
„ tale declività, che ſia la prima che baſti a pareg-
„ giare la forza di eſſa; e da ciò chiaramente appa-
„ riſce, che la violenza del corſo non è ſempre effet-
„ to della declività dell' alveo, come ſin ora è ſtato
„ creduto; ma la declività dell' alveo è bensì ſempre
„ effetto della violenza del corſo dell' acqua. „ Ma
circa la proporzione, e la legge, con cui ſi ſtabiliſcono
le pendenze, il Guglielmini nella ſeguente Propoſizio-
ne ci dice ſolo generalmente: che „ quanto maggiore
„ ſarà l' altezza viva dell' acqua, tanto meno declivi
„ ſaranno i fondi: che quanto maggior copia d'acqua
„ porterà un fiume, tanto minore ſarà la di lui cadu-
„ ta: e che perciò i fiumi uniti, dopo le confluenze
„ ſempre ſi ſpianano il fondo più di quello foſſe pri-
„ ma dell' unione; e per conſeguenza perdono di ca-
„ duta. „ Per dire qualche coſa di più preciſo è da
notarſi che il principio inſegnato dal Guglielmini, nel-
la Propoſizione prima, ſi riſolve in queſt' altro: che
ſe un Fiume ſolitario corre ſtabilito di fondo ſopra di
una data pendenza, e dopo il concorſo di qualche
influente ſia compoſto di parti egualmente amovibili il
fondo dell' alveo comune; si potrà eſſo mantenere
egualmente eſcavato, ancora con una pendenza minor
di prima, quando la forza, che fa l' acqua a ſconvol-
gere le parti del fondo, unita alla forza delle ſteſſe
parti per ſcorrere ſopra i piani inclinati, formi e pri-
ma, e dopo un'egual ſomma. E poichè la gravità ri-
ſpettiva, che ſollecita le parti del fondo a diſcende-
re, è proporzionale a' ſeni delle inclinazioni de' pia-
ni, ed è poco diverſa in due piani di poco diverſa
inclinazione; però trattandosi di alvei di pochiſſima
in-

inclinazione all' orizzonte, si potrà trascurare la forza della gravità rispettiva, e si otterrà un' escavazione di fondo prossimamente eguale e prima, e dopo il concorso d' un influente, quando la forza, e la velocità dell' acqua nel recipiente rimanga, e prima, e dopo la medesima.

La stessa condizione ricercasi espressamente dal Guglielmini, e da Eustachio Manfredi per lo stabilimento de' fondi, che nasce da replezione, o sia per sostenere egualmente incorporate le torbide, e impedire che si depongano. I grani d' arena, dice Eustachio Manfredi nel par. X. della *Breve Confutazione*, „ i grani d' arena, e simili corpicciuoli non debbono „ già muoversi strisciando sul fondo a guisa di gravi „ posti sopra piani inclinati, ma debbono con moto „ irregolare, e senza alcuna determinata direzione esser „ rapiti, e quà, e là sbalzati dall' acqua, fluendo in „ certo modo colla medesima; al che fare niun intoppo ricevono dalla scabrezza del fondo, e niuno ajuto dalla pendenza del letto, se non quanto questa „ accrescendo la velocità dell' acqua, le imprime maggiore agitazione, e maggior forza per sollevarli, e „ per sostenerli, per modo che posto il medesimo grado di agitazione anche sopra pendenze disuguali di „ letto dee quel corpicciuolo esser alzato, e portato „ via colla medesima facilità; nè la pendenza del fondo gli serve per diminuir la forza del fregamento, „ che non vi ha luogo, ma per aggiugner velocità, „ e forza all' acqua per sollevarlo. „ Ciò corrisponde a quanto ha detto il Guglielmini nel Coroll. 6. della Prop. 6. del Cap. 5. „ Acciocchè le particelle di terra restino unite all' acqua si ricerca un certo grado „ d' agitazione proporzionato al loro peso, mole, figura, e superficie, cessando il quale cominciano a

„ di-

„ discendere, ed a lasciar l'unione, che prima ave-
„ vano colle parti dell'acqua. „ Il Guglielmini nella Prop. 7. accennò la sola eccezione, che potrebbe aver questa regola. Mentre una data quantità d'acqua non potendosi imbevere che di una data quantità di terra, e di rena, non la sola agitazione, ma ancora la quantità dell'acqua concorrerà a tener sollevate le torbide: e però „ se ad un fiume verrà somministrata da'
„ torrenti influenti tanta quantità di terra, che non
„ possa tutta incorporarsi coll'acqua di esso, si de-
„ porrà ella, ed alzerà il fondo. „ Per altro avvisò il Guglielmini che *di raro succederà questo caso*, ed aggiunse il Manfredi nelle Annotazioni, che „ se un
„ influente con quel grado di velocità, o di agita-
„ zione, di cui egli è dotato, si suppone poter pur so-
„ stenere, e portare quella quantità di terra, ch'egli
„ porta, appena si può dubitare, che la medesima quan-
„ tità di terra non possa esser sostenuta dal recipiente. „ Nel caso nostro trattandosi di acque egualmente, o quasi egualmente, torbide, e ad una data quantità d'acqua corrispondendo sempre quasi la stessa quantità di terra, e di rena; non vi sarà dubbio alcuno che debbano sostenersi le torbide, e impedirsi le deposizioni quando nel recipiente abbia l'acqua la stessa forza, e velocità, e prima e dopo il concorso dell'influente.

Rimane adunque da fissarsi la legge della velocità. Se la velocità dipendesse dal semplice corpo d'acqua, sarebbe sempre in ragione sudduplicata delle altezze, come la suppose il Corradi: e se dipendesse dalla semplice caduta, sarebbe reciprocamente proporzionale alla secante della declinazione dell'alveo dal perpendicolo, o sia direttamente proporzionale al seno dell'inclinazione dell'alveo all'orizzonte, come ha dimostrato il

Zendrini al num. 9. del Cap. 7. sopra le acque correnti. Il Zendrini si servì di questo secondo teorema per calcolare le altezze vere, che acquisterebbe il medesimo corpo d'acqua passando per diversi piani, diversamente inclinati all'orizzonte: e siccome le altezze vere sono reciprocamente come le velocità, stabilì che le altezze vere fossero reciprocamente come i seni delle inclinazioni, e quindi passando a un esempio particolare ritrovò che se il Castagnaro si raddrizzasse, e dalla lunghezza di 42100 pertiche Padovane si riducesse a pertiche 31525, ancora l'altezza d'once 120 si ridurrebbe solamente a 90. Ci lasciò il Barattieri la stessa regola nella par. 2. dell'Architettura delle Acque lib. 3. cap. 3. Il Sig. Kuhn nella dissertazione sopra l'origine delle Fontane, che l'anno 1741 ha ottenuto il premio dall'Accademia di Bordeaux, pretese che la velocità de' Fiumi si dovesse misurare dalla caduta totale, che hanno essi dalla prima sorgente, e su questo principio calcolò che la sorgente del Danubio fosse due miglia d'Alemagna più alta della foce, e che il Mare Mediterraneo fosse miglia $6 \frac{3}{4}$ più basso delle sorgenti del Nilo: la falsità delle quali cose è già stata avvertita dal Sig. Buffon, e dal Sig. d'Alembert. Anche il Sig. Jacopo Adami nelle aggiunte, che ha fatto alla sua dissertazione sopra la resistenza de' Fluidi, che l'anno 1752. ha ottenuto il premio della Reale Accademia di Berlino, mostrò coll'esempio della Senna, e della Loire, che le velocità de' Fiumi non devono misurarsi da tutta l'altezza della caduta. *Aquæ Ligeris ex jugis montium tractus Cimmenii descendentes ad minimum ex altitudine tripla illius, unde aquæ Sequanæ, adveniunt: nihil tamen minus hæ dupla fere celerius feruntur quam illæ. Quamvis autem*

tales

tales anomalias in fluviis non frequentes putem, & rationem hujus phænomeni, quam nonnulli in multo majori profunditate Sequanæ, quam Ligeris quærunt, non perspiciam; hinc tamen satis constare puto, quod ad determinandam velocitatem fluvii parum vel potius nihil referat, nosse ex qua altitudine aquæ advenerint, nisi simul definiri possit, quanta sit illa vis viva, quæ a motibus intestinis ad progressivum nihil facientibus, aliisque impedimentis absorbetur. Il Sig. d'Alembert nel Cap. 9. sopra la resistenza de' Fluidi ci diede una formola generale per calcolare la velocità delle acque correnti. Ma dalle riflessioni, che aggiunse per ricavare l'equazione generale della curva, a cui si conforma la superficie dell'acqua dalla composizione delle due forze, orizzontale, e verticale, e poi per determinare i coefficienti dell'equazione dalle altezze dell'acqua misurate in due luoghi diversi; si vede subito che seguitando il nuovo metodo, ancora dopo un lunghissimo calcolo, niente si potrebbe dedurre, che fosse applicabile al caso nostro.

Il P. Grandi nel suo Trattato sopra il movimento delle acque, e nella sua Risposta al Rondelli ricapitulò tutto ciò, che c'insegna in questo particolare la Teoria, e la Pratica de' Fiumi, cioè che la velocità delle acque correnti non devesi misurare generalmente nè dall'altezza della sezione, nè da tutta l'altezza della caduta, ma solo dall'altezza viva, o equivalente, o sia dalla caduta da quel luogo, che può considerarsi come l'origine equivalente del Fiume. Così nella Prop. 29. del Lib. 2. di quel Trattato disse che „ per lo „ più non rimangono libere e vive le velocità corri„ spondenti alla caduta dell'acqua dall'origine del fiu„ me, per essere raffrenate da tante resistenze incon„ trate pel viaggio. Ma defalcandone quello, che

 gl' in-

„ gl'intoppi precedenti possono avere levato alla pri-
„ miera velocità dell'acqua, si può far conto, ch'ella
„ sia caduta da un'altezza tanto minore, che abbia
„ potuto conferirle quel solo grado di velocità, che
„ le rimane „. Nella seguente proposizione il P. Grandi
insegnò la maniera di ritrovare l'origine equivalente
quando sia data la velocità superficiale del fiume: e
nel par. 49. della Risposta al Rondelli osservò che il
Galileo, e il Torricelli nel definire la velocità delle
acque correnti colla ragione sudduplicata dell'altezza
„ hanno parlato unicamente dell'altezza presa dall'
„ origine del moto, la quale sola può regolare la
„ velocità de'cadenti, e non hanno stesa la dottrina
„ loro all'altezza, che ha la superficie dell'acqua dal
„ fondo dell'alveo, la quale non può per se stessa
„ cagionare maggior velocità quando non sia mag-
„ giore di tutta la caduta dell'acqua; come con
„ varie sperienze, e ragioni ha dimostrato espressa-
„ mente il Galileo medesimo, e poscia il Guglielmini
„ nel lib. 4. della misura delle acque correnti. „ Fi-
nalmente nel par. 50. così rispose il P. Grandi a tutti
i dubbj dell'Avversario. „ S'egli desidera veramente,
ed in termini abili, che gli si determini con fonda-
„ menti Teorici, e Pratici la proporzione, con cui
„ l'altezza dell'acqua, presa nel suo legittimo sen-
„ so, cioè per l'altezza della caduta, debba crescere
„ al passaggio d'un fiume ne'piani delle minori pen-
„ denze, acciocchè la velocità in ogni sito si mantenga
„ la medesima, non è cosa difficile il sodisfare piena-
„ mente al suo quesito, con dire, che essendo la ve-
„ locità nello stesso piano in dimezzata ragione delle
„ altezze, onde ha origine il moto, e stante la me-
„ desima altezza, variando la velocità, o il momento
„ a misura de'seni corrispondenti agli angoli dell'in-

„ cli-

„ clinazione, che hanno coll'orizzonte i canali, pe'
„ quali ſcorrono le acque, è coſa manifeſta eſſere la
„ velocità nella ragione compoſta di entrambi queſte
„ ragioni; e però eſſendo l'una reciproca all'altra,
„ cioè (*raddoppiandole amendue*) *ogni qual volta le*
„ *altezze fuſſero reciprocamente, come i quadrati*
„ *de' ſeni dell' inclinazione de' piani, pe' quali ſi muove*
„ *ſucceſſivamente un Fiume, avrebbe queſti in ogni ſito*
„ *uguale velocità*. Il che confronta coll'ingegnoſa ſo-
„ luzione della curva Iſocrona, data da'Sigg. Leibnizio, e
„ fratelli Bernoulli negli Atti di Lipſia 1689, 1694,
„ cioè che ſe un grave anderà per la concavità d'una
„ parabola cubica del ſecondo genere, il cui aſſe ſia
„ orizzontale, ed il vertice ſia diſtante dall'origine
„ del moto per quattro noni del ſuo parametro, ſi
„ moverà per eſſo il grave diſcendendo equabilmente,
„ cioè mantenendo da per tutto la ſteſſa velocità. Il
„ che più univerſalmente ſi dimoſtra ancora dal Sig.
„ Varignon nelle Memorie dell'Accademia Reale di
„ Parigi del 1699, e 1703. „

Riuniamo adunque quanto s' è detto. Per mantenere egualmente eſpurgato l' alveo d' un Fiume dalle materie, che si traſportano ſul fondo, ſecondo il ſentimento del Guglielmini, è neceſſario che l'acqua conſervi ſempre la ſteſſa forza, e velocità ne' piani di diverſa pendenza, almeno quando l' inclinazione loro all' orizzonte sia piccoliſſima. Secondo il ſentimento del Guglielmini, e di Euſtachio Manfredi, dee pure reſtare eguale la forza, e la velocità dell' acqua ne' Fiumi egualmente torbidi, per impedire le deposizioni delle materie, che reſtano incorporate coll' acqua ſteſſa. Ora le velocità ſono eguali quando le altezze vive, o equivalenti dell' acqua ſono reciprocamente proporzionali a' quadrati de' ſeni delle inclinazioni del fon-

fondo, come ha dimostrato il P. Grandi. Dunque *i quadrati de' seni delle pendenze, sopra le quali si stabilisce il letto d' un Fiume, in cui si uniscano diversi influenti, e che ne' luoghi delle confluenze porti, e riceva materie prossimamente della medesima condizione, saranno tra loro in ragion reciproca delle altezze vive, o equivalenti delle acque*. Lo stesso teorema ricaverebbesi applicando la formola del Parent alle pendenze, e allo stabilimento de' Fiumi: nella quale applicazione però abbiamo visto quanti dubbj possono nascere. Siano A, e B le altezze vive del recipiente prima, e dopo il concorso dell' influente: e siano m, ed x i due seni dell' inclinazione del fondo all' orizzonte, posto il seno totale $= 1$. Saranno $A^{\frac{1}{2}}m$, e $B^{\frac{1}{2}}x$ le velocità dell'acqua, e le forze saranno Am^2, Bx^2, e i seni de' complementi $\surd(1-m^2)$, $\surd(1-x^2)$, secondo la formola del Parent, esprimeranno la proporzione delle forze del fregamento da superarsi prima, e dopo il concorso dell' influente, supposti sempre assai piccoli i seni dell' inclinazione. Poichè l' influente, e il recipiente nel caso nostro porterebbero al luogo della confluenza materie prossimamente simili, e ad una data quantità d' acqua corrisponderebbe sempre quasi la stessa quantità di materia; si ridurrebbe il Problema a questi termini: data l'inclinazione del fondo del recipiente all' orizzonte, sotto la quale inclinazione il recipiente ha forza bastante per portar oltre un corpicciuolo dato; trovare l' inclinazione, che bisognerà dargli dopo il concorso dell' influente, perchè trasporti lo stesso, o altro simile corpicciuolo. Dalle cose premesse si può dedurre facilmente la soluzione. Mentre se colla forza Am^2 si supera dal recipiente la

resi-

resistenza $V(1-m^2)$, acciò colla forza Bx^2, dopo il concorso dell'influente, si superi similmente la resistenza $V(1-x^2)$, dovrà essere $Am^2: Bx^2 = V(1-m^2): V(1-x^2) = 1-\frac{1}{2}m^2: 1-\frac{1}{2}x^2$, e trascurando le più alte potenze de' seni delle inclinazioni sarà prossimamente $Am^2 = Bx^2$, o sia $A: B = x^2: m^2$. Il risultato rimarrebbe ancora lo stesso se la forza dell' acqua si facesse proporzionale non a' quadrati, ma alle semplici velocità, come supponeva il Corradi.

Ma quì potrebbe dimandare qualch' uno cosa dovesse succedere quando il fondo d' un Fiume si riducesse alla pendenza zero. E perchè non si tratta presentemente del semplice corso delle acque, ch' è già stato dimostrato possibile ancora senza l' ajuto di qualche declività (a); vi sarebbe luogo a cercare, se un Fiume stabilito superiormente sopra una pendenza di fondo determinata potesse senza un'infinita altezza viva, sostenere egualmente, o smaltire le deposizioni, passando sopra di un fondo orizzontale. Siccome poi non conosciamo alcun Fiume, che ancora nell' ultimo tronco non conservi qualche pendenza, comunque piccola; così la presente ricerca fisicamente risolverebbesi nell' obbiezione, che già mosse il Rondelli al P. Grandi: vale a dire, che „ se ciò fosse vero, l' acque correnti de' Fiumi, vicino alli loro sbocchi, dov' è minore la pendenza, dovrebbero avere l' altezza maggiore di quella che hanno superiormente, dov' è maggiore la pendenza, effetto tutto contrario a quello, che ne dimostra la stessa sperienza. „ Il P. Grandi rispose (b), che in tal dottrina si comprendevano mol-

(a) Gugliel. Cap. 5. Prop. 1.
(b) Risposta al Rondelli par. 51., 52., 53., 54.

molti equivoci. E in primo luogo osservò „ che la „ minore pendenza richiederebbe maggiore altezza, „ per la maggiore tardità del fluido, se cominciasse „ dalla quiete a moversi l' acqua sopra una tale pen- „ denza: ma non già qualora vi giunga affetta da una „ velocità precedentemente acquistata, ed in disposi- „ zione ad accrescerla col moto accelerato. „ Il P. Grandi ridusse a termini più precisi questa proposizione dimostrando come dovesse alterarsi la velocità precedente nel passare da un piano inclinato all' altro, e in qual caso la velocità totale in un piano meno inclinato, e più lontano dall' origine del moto potesse essere maggiore che in un altro piano superiore, e più inclinato: il qual caso, secondo gli altri principj del medesimo Autore, potrebbe ancora succedere generalmente, se la diminuzione della pendenza si facesse a poco a poco per gradi insensibili, degenerando la linea del fondo in una curva. Osservò inoltre che „ sebbene il letto de' Fiumi vicino allo sbocco „ ha minore pendenza, quando però l' acqua ha no- „ tabile altezza, e non va radendo il fondo, ha la „ sua superficie disposta in un piano tanto più decli- „ ve, quanto maggiore è la differenza dell' altezza „ nelle sezioni lontane, da quella delle sezioni pros- „ sime al termine del Fiume. „ Però la velocità negli ultimi tronchi de' Fiumi non dipenderà solamente dalla caduta antecedente, e dal declive del fondo, ma ancora dalla caduta, che la superficie dell' acqua ha sopra il pelo ordinario del recipiente. Così resta sciolto il dubbio proposto sopra; e quantunque non diasi forse nella natura, è però possibile il caso, che un Fiume torbido si stabilisca sopra di un fondo orizzontale, e sotto una data altezza, quando alla mancanza della declività del fondo sottentri la declività della super-

ſuperficie, e la felicità dello sbocco. Il Guglielmini nel Coroll. 5. della Prop. 3. del Cap. 5. limitò a queſt'ultima condizione la poſſibilità del caſo, *che un Fiume abbia tanto di altezza viva d'acqua, e tanto di forza, che baſti a formarſi, ed a mantenerſi il fondo orizzontale*: e noi già abbiamo notato che per la maggiore accelerazione delle acque vicino alle cateratte, e alle foci, il fondo de'Fiumi ordinariamente diventa acclive.

CAPITOLO SECONDO

Delle Velocità, e Delle Altezze

Delle acque unite, e diviſe.

Il teorema, che nel capitolo antecedente si è ricavato dalle teorie del Guglielmini, di Euſtachio Manfredi, e del P. Grandi, baſterebbe per calcolare la diminuzione delle pendenze de'Fiumi uniti, ſe si ſapeſſe quanto s'accreſca colla loro unione l'altezza viva, o equivalente. Ora la regola, colla quale si calcola ordinariamente l'altezza, che acquiſterebbe il recipiente dopo l'unione d'un influente, e in cui le altezze del recipiente si ſuppongono proporzionali alle radici cube delle quantità d'acqua; non ha luogo che per le altezze vere, e nell'ipoteſi ſolamente che le medeſime altezze siano in ragion duplicata delle velocità, ſecondo la Prop. 18. del Lib. I. del P. Grandi ſopra il movimento delle acque: e però non può eſſa applicarsi alle altezze vive de'Fiumi, che ſono ſtabiliti ſopra una data inclinazione di fondo, e che non riconoſcono, come si è detto, la loro velocità dall'altezza delle ſezioni. Molto meno la ſteſſa regola si può eſtendere a'Fiumi, che s'ingroſſano per l'unione di qual-

che influente. Mentre la velocità, che si acquista dopo la confluenza, non dipende interamente nè dall'altezza della sezione, nè dall'altezza della caduta antecedente, ma ancora dall' urto, e dalla forza, che le due correnti separate imprimono al tronco comune. Una familiare osservazione, che ci ha riferito il Sig. Buffon [a], e che in diversi luoghi mi è stata replicata da' contadini, basta a provare, che la forza delle acque ne' Fiumi si comunica in distanze assai grandi da' tronchi superiori agl'inferiori. *Lorsqu' il doit arriver une grande crûe d'eau, le gens de riviére s'en apperçoivent par un mouvement particulier qu'ils remarquent dans l'eau, ils disent que la riviere mouve de fond, c'est-a-dire, que l'eau du fond de la riviere coule plus vîte qu'elle ne coule ordinairement . . . Le mouvement & le poids des eaux supérieures qui ne sont point encore arrivées, ne laissent pas d'agir sur les eaux de la partie inférieure de la riviére, & leur communiquent ce mouvement; car il faut, à certains égards, considérer un fleuve qui est contenu & qui coule dans son lit, comme une colonne d'eau contenue dans un tuyau, & le fleuve entier comme un très-long canal où tous les mouvements doivent se communiquer d'un bout à l'autre.* Dalche si può facilmente comprendere che unendosi insieme due Fiumi, dovranno ancora comporsi le loro velocità, e imprimere una velocità maggiore alle acque di tutto il tronco comune.

Il Guglielmini nella Prop. 4. del Cap. 8. incominciò ad applicare alle acque correnti il principio della composizione del moto. Negli atti dell'Accademia di Parigi del 1738, il Sig. Pitot si servì dello stesso principio per determinare la media direzione, che prenderebbero liberamente due Fiumi, che si unissero insie-

(a) Hist. Nat. to. 2. art. 10. des Fleuves.

sieme. Ma per trovare la velocità comune delle acque dopo la confluenza, suppose che nelle acque correnti, come nell'urto de'corpi duri, si conservasse sempre la stessa quantità invariabile del moto, e ricavò da quest'altro principio, che la velocità comune de'Fiumi uniti si uguaglia alla somma delle quantità del moto de'Fiumi separati, divisa per la somma delle loro quantità d'acque. Il Sig. Fontenelle nell'Istoria dell'anno stesso avvertì, che ciò non corrisponde punto a'Fenomeni delle acque, che si uniscono in un solo alveo, e che acquistano coll'unione una maggiore velocità. *Cela paroît bien contraire à ce que nous avons dit en* 1710, *que l'union de deux Riviéres les fait couler plus vîte*. Nell'anno 1710, e nell'elogio del Guglielmini avea già detto il Fontenelle. *Un petit Fleuve peut entrer dans un grand sans augmenter sa largeur, ni même sa hauteur. Ce paradoxe apparent est fondé sur ce qu'il est possible que le petit n'ait fait que rendere coulantes dans le grand les eaux des bords qui ne l'etoient point, & augmenter la vitesse du fil, le tout dans la même proportion qu'il a augmenté la quantité de l'eau. Le bras du Pô de Venise a absorbé le bras de Ferrare, & celui du Panaro sans aucun élargissement de son lit. Il faut raisoner de même à proportion de toutes les cruës qui surviennent aux Rivieres, & en general de toute nouvelle augmentation d'eau, qui augmente aussi la vîtesse*. Il Guglielmini sul fine del Cap. 7. credette che ciò succedesse negli alvei de'gran Fiumi perchè il corpo d'acqua accresciuto si mantenesse tutto in officio, seguitando la direzione del filone senz'alcuno laterale svagamento. Il Fontenelle vi aggiunse la diminuzione delle resistenze di due alvei separati mentre si uniscono in un solo. Il P. Grandi considerando principal-

mente le resistenze che nascono da' virgulti o cannucce del fondo, da' regurgiti delle piene, e dalla tortuosità de canali, valutò assai poco le altre dalle irregolarità del fondo, e delle ripe, nella Prop. 34. del lib. 2., e nel num. 14. delle riflessioni sopra le controversie dell' Era. Osservò che le resistenze delle ripe finiscono nelle parti che vi strisciano assai vicino senza stendersi fino alle altre parti di mezzo, e considerò che l'acqua superiore a' ridossi del fondo non ne risentisse alcuna diminuzione di velocità.

Lo stesso P. grandi nel Capo quarto, e quinto del Lib. 1. determinò col principio della composizione, e risoluzione del moto non solamente la direzione, ma ancora la velocità delle acque, che si uniscono insieme, e si dividono, prescindendo dalle disuguaglianze delle pendenze de' loro letti. Ecco come si espresse nella Prop. 26. „ Si concepisca una palla galleggiante „ nella confluenza de' filoni d'ambi i Fiumi, sicchè re- „ sti investita dalla corrente d'amendue. Essendo que- „ sta adunque spinta, sì dalla forza dell'influente, sì da „ quella del recipiente, secondo le loro prime dire- „ zioni, dovrà secondo le leggi meccaniche quella „ palla muoversi per una direzione mezzana fra le dette „ due direzioni, ed in cui risulti il moto composto „ da ambidue i moti, ad essa impressi dall' una, e „ dall'altra forza. Ma il moto di detta palla seguirà „ appunto quello del filone del Fiume dopo il con- „ corso d'entrambi i confluenti, lasciandosi del tutto „ trasportare da esso; dunque l'acqua del recipiente „ sarà deviata secondo l'intermedia direzione fra le due „ proprie de' confluenti. „ Ne' dodici corollarj, e ne' due scolj seguenti, stese ampiamente il P. Grandi tutta la teoria della composizione delle velocità nelle acque correnti. Nello scolio terzo dimostrò poi ciò che

po-

potrebbe fare particolarmente al caso nostro. „ Se le
„ ripe del recipiente allo sbocco dell'influente, e po-
„ co sotto di esso, non cedessero all'impressione fatta
„ dal concorso de' Fiumi, allora non si muterebbe di-
„ rezione dal recipiente, ma si manterrebbe in quella
„ di prima, accrescendosi però l'antica sua velocità
„ di tal parte, che stia alla velocità dell'influente, co-
„ me il seno di compimento dell'inclinazione de' Fiu-
„ mi al seno totale. „ Però se il filone dell'influen-
te secondasse colla sua direzione quella del filone del
recipiente, facendo un angolo molto acuto, sarebbe
la velocità nell'alveo comune eguale alla somma delle
velocità del recipiente, e dell'influente: Mentre la ve-
locità, che avrebbero i galleggianti nel filone del Fiu-
me unito, sarebbe appunto la somma delle due velo-
cità separate, e la velocità dello stesso filone non sa-
rebbe diversa da quella de' galleggianti. Lo stesso suc-
cederebbe prossimamente quand'anco gli alvei del re-
cipiente, e dell'influente formassero tra di loro un an-
golo assai sensibile: Mentre l'influente si piegherebbe
sempre verso le parti inferiori del recipiente, corro-
dendo ivi il terreno, e lasciando delle deposizioni ver-
so le parti opposte, e così nell'ultimo tronco acqui-
stando qualche curvità, secondo ciò, che ha insegnato
il Guglielmini nel Coroll. 2. della Prop. 4. del Cap. 8.,
*che in tutte le maniere la natura opererà sempre, per
rivoltare, o presto, o tardi lo sbocco a seconda del
filone del recipiente.*

Nello scolio primo avvertì di più il P. Grandi
„ che non tutto il fiume influente, nè tutto il reci-
„ piente colle forze loro si applicano a movere il gal-
„ leggiante, ma solo al più una parte di ciascuno egua-
„ le al massimo cerchio del globo; nè l'influente urta
„ nel suo corso con tutto il recipiente per vasto che

„ siasi:

„ fiasi: ma solo colla parte eguale alla sezione dell'in-
„ fluente medesimo. „ E ciò si potrebbe ancora con-
fermare con quanto leggesi nello scolio secondo, „ che
„ quando l'influente è torbido trovandosi chiaro il
„ recipiente, o vice versa qual ora è chiaro l'influen-
„ te, ritrovandosi torbido il recipiente; allora sensi-
„ bilmente si distingue l' acqua nuovamente entrata
„ nell'alveo tenersi tutta per lungo tratto contigua alla
„ propria sponda, senza quasi mescolarsi con quella
„ del recipiente. Così fu notato nel Tesino, e nel Pa-
„ naro influenti del Pò, nelle visite fatte in quelle
„ parti per pubblica autorità, e si ha registrato negli
„ atti autentici di quelle commissioni. „ Ma ritornia-
mo allo scolio primo del P. Grandi. „ Perchè le for-
„ ze di moli eguali d'acqua, o di porzioni eguali d'al-
„ tra materia, sono come le loro velocità; quindi è
„ che volendo ancora porre i lati proporzionali alle
„ forze de' Fiumi, che s'incontrano in una medesima
„ sezione, prescindendo ancora dalla finzione di quel
„ galleggiante, e considerando l'urto che si fa in parti
„ eguali d'acqua dell'uno, e dell'altro Fiume, dovran-
„ no prendersi i detti lati appunto proporzionali alle
„ velocità d'entrambi i confluenti, e non alle assolute
„ ed intere loro forze, che non tutte si applicano *a*
„ *cozzare insieme* nella confluenza. „ Seguitando que-
sti principj si potrebbe concepire distinto tutto il reci-
piente in due parti, una delle quali non ricevendo
impressione alcuna dall'influente allo sbocco, conser-
verebbe la propria velocità, nè si alzerebbe di pelo,
quando la pendenza del fondo restasse la medesima di
prima. L'altra parte del recipiente dovrebbe prender-
si d'una sezione eguale a quella dell'influente, *e coz-
zando insieme* allo sbocco, neppure potrebbe alzarsi
di pelo, supponendo invariabile la pendenza. Mentre
essen-

essendo le quantità d'acqua, portate da sezioni eguali del recipiente, e dell'influente, proporzionali alle velocità, e componendosi le velocità, e le quantità d'acqua nella detta porzione del recipiente, sarebbero le velocità di essa proporzionali alle quantità d'acqua, e però le altezze rimarrebbero le medesime, e prima, e dopo il concorso dell'influente, secondo il Coroll. 2. della Prop. 16. del P. Grandi. Dal che potrebbesi facilmente comprendere, che quando i moti sregolati, e continui nell'alveo comune confondessero insieme tutto il recipiente, e l'influente, accelerandosi alcune parti, e ritardandosi alcune altre; tutta la varia distribuzione del moto non produrrebbe alterazione sensibile nelle altezze delle sezioni, e le velocità totali del recipiente prima, e dopo il concorso dell'influente sarebbero prossimamente proporzionali alle quantità d'acqua.

Il Sig. Genneté nell'aureo libro, che ha pubblicato sopra il corso de' Fiumi [a] appoggiò quest'importante proposizione alle osservazioni, alle sperienze, e al puro fatto, a cui ci riporteremo noi pure ben volontieri, bastandoci di avere accennato quelle teorie, dalle quali in qualchè maniera se ne potrebbe cavare la ragion Fisica. Osservò dunque il Sig. Genneté, che il Danubio assorbisce a Passau il Fiume Inn, quasi egualmente grosso, e che non diventa per ciò il Danubio più largo, nè più profondo, ma solamente si fa più rapido. Aggiunse che il Reno grande assorbisce a Magonza il Meno di quasi eguale portata d'acqua, senza lasciar comprendere alcuna variazione nelle dimensioni dell'alveo: che da Magonza andando a Colonia

(a) Exper. sur le cours des Fleuves, ou Lettre à un Magistrat Hollandois ec.

nia, riceve di più la Mofella, e molti altri rufcelli, e che il Reno è di letto più riftretto a Colonia, che fopra la confluenza della Mofella. Finalmente adduffe l'efempio già indicato del Pò di Venezia, e lafciò al Guglielmini l'onore d'effere ftato il primo ad offervare che un Fiume ne può ricevere un altro, fenza aumentare l'altezza, nè la larghezza. A ciò fi potrebbe aggiugnere che la Samoggia avendo fopra la confluenza del Lavino l'altezza maffima di piedi 18. 2. 9. nella larghezza ragguagliata di piedi 58, fotto la confluenza ha l'altezza maffima di piedi 16. 5. 2., come apparifce da' Profili, o, come trovo notato in altre mifure, di piedi $15 \frac{2}{3}$ nella larghezza ragguagliata di piedi $70 \frac{1}{2}$: e però quantunque la pendenza della Samoggia dopo l'unione del Lavino fi diminuifca notabilmente, e per quefta ragione fi debba fcemare la velocità; ciò non oftante l'altezza è minore, e tutta la fezione è di poco maggior di prima. Similmente fotto lo sbocco della Samoggia l'altezza maffima del noftro Reno è di piedi $14 \frac{1}{2}$, e la maffima fezione è di piedi quadri 2574. Nelle quattro fezioni, che fi fono mifurate fopra lo sbocco, le altezze maffime arrivano a piedi $16 \frac{1}{2}$, 17, e $17 \frac{1}{2}$, e tutte le fezioni fono di piedi quadri 3415, 2491, 2677, 3080. Così pure quantunque la Gajana accrefca quafi della metà il corpo d'acqua della Quaderna, non ne accrefce però fenfibilmente l'altezza, nè tutta l'ampiezza della fezione.

Effendo però il noftro intento di fapere l'accrefcimento della velocità, e dell'altezza viva, che corrifpon-

risponde unicamente al corpo d'acqua accresciuto, per poter poi calcolare con qual diminuzione di pendenza debba restare sempre la stessa velocità di prima, e aversi un fondo egualmente stabilito e prima, e dopo, sopra maggiore, e minor pendenza; non insisteremo sugli esempj del Reno, della Samoggia, della Quaderna, e degli altri Fiumi indicati senza più precise misure dal Sig. Gennetè, ne' quali la velocità delle acque deve dipendere non solo dal corpo d'acqua, ma ancora dalla pendenza, che dopo l'unione degl'influenti si fa minore, e seguita la proporzione delle forze acceleratrici, supposte pari le altre circostanze. Sceglieremo invece le osservazioni fatte nel medesimo tronco di qualche Fiume, e sopra una pendenza medesima di fondo, sopravvenendo la piena di qualche influente superiore. Ora leggiamo nell'Informazione sopra le osservazioni del Pò, e de'suoi influenti fatte nella Visita del 1719, e 1720: „ Nella „ Secchia, e nel Panaro mancano veramente le mi„ sure immediatamente inferiori agli sbocchi, ma com„ binando tutte le cose si direbbe, che le acque di „ questi, quando trovano il Pò pieno, facessero di „ sotto allo sbocco un sensibile abbassamento della su„ perficie del Pò, senza che questa si potesse più re„ stituire (come dopo l'ingresso degli altri Fiumi) „ all'altezza di prima, prevalendo l'aumento di ve„ locità, che fa abbassare sempre più il pelo del Fiu„ me, all'aumento dell'acqua, che dovrebbe farlo e„ levare. Che che sia di questa osservazione:... questo „ solamente ci pare di poter raccorre sicuramente „ dalle cose fin'ora dette, cioè che il Panaro, e la „ Secchia in questa piena del 1719, non abbiano sen„ sibilmente alzata la superficie del Pò... Non pare „ che quì si possa rispondere, almeno rispetto alla

„ Secchia, che il colmo della piena di essa non sia
„ concorso col colmo del Pò, onde non abbia potuto
„ fare il suo maggior alzamento nel tempo, che il Pò
„ ha toccati que' segni, che sono stati indicati, im-
„ perocchè molte testimonianze di persone indotte
„ da' Sigg. Modenesi, e Mantovani, ci assicurano del
„ contrario. Ma, per torre ogni dubbio, e per con-
„ fermare insieme il poco alzamento che simili Tor-
„ renti inferiori fanno nel Pò, quando lo trovano assai
„ gonfio, aggiugneremo un' altra osservazione; ed è
„ che essendo venuta del 1714. una piena del Panaro
„ in tempo che il Pò era in guardia, la quale è delle
„ più alte osservate, sì alla Chiavica di Burana, co-
„ me a quella di S. Giovanni, non si trova però che
„ ad Occhiobello, nè a Lagoscuro abbia fatto tal' al-
„ tezza, che sia stata notata da alcuno de' tanti testi-
„ monj quì abitanti, che del 1716, e del 1720 ne
„ sono stati interrogati, e certamente non ha colà
„ ecceduti i soliti segni, benchè alla Pilastrese sia
„ stata quasi eguale, e alle Quadrelle anche maggiore
„ di quella del 1719. in cui dicesi che il Panaro non
„ abbia avuto gran parte. „ Lo stesso si conferma
„ con ciò che leggesi nella Raccolta del 1728. alla
„ pag. 125. colla prova fatta nel Panaro con l'acqua
„ di Burana „ conciosiacosa che messi nel Fiume se-
„ gni stabili, e turata la detta Chiavica non si vide
„ abbassamento sensibile, nè meno avendola dopo a-
„ perta sensibile alzamento. „

Erano dunque nel medesimo tronco del Pò, e sopra la pendenza medesima, le velocità del Pò, prima, e dopo la piena del Panaro, proporzionali alle quantità d'acqua, essendo contemporanee le piene, e non potendosi trascurare il corpo d'acqua del Panaro rispetto al corpo d'acqua di tutto il Pò. Ma passia-

mo

mo alle ſperienze del Sig. Genneté. Fece egli conſtruire a Leida un fiume artificiale, in cui per mezzo di alcune chiuſe si ſcaricavano degli altri rivi: e dando al recipiente, e a tutti gl'influenti la pendenza uniforme d'un piede ogni 1200, e avendo prima notato l'altezza dell'acqua nel ſolo recipiente, vi laſciò entrare un rivo, che vi aggiugneva la metà d'acqua, e poi un altro, che vi aggiugneva un altra metà, e oſſervò che eſſendo ſucceſſivamente nel recipiente le quantità d'acqua come 1, 1 $\frac{1}{2}$, 2, reſtava ſempre la medesima altezza, e però le velocità, e le quantità d'acqua creſcevano nella medesima proporzione. Poi avendo miſurate attualmente le velocità, per mezzo di una macchinetta collocata nel fiume in tempo delle ſperienze, ritrovò che le acque si acceleravano veramente in ragione di 1, 1 $\frac{1}{2}$, 2. Finalmente per ritrovare i limiti, oltre i quali incominciaſſe a comparire ſensibile l'accreſcimento di altezza, il Sig. Gennetè fece entrare ſucceſſivamente nel nuovo fiume degli altri rivi, eguali a quelli, che non vi avevano cagionato alcuna alterazione ſensibile. Il primo grado di accreſcimento comparve quando la quantità d'acqua nel recipiente diventava tre volte maggior di prima: e fu l'accreſcimento di $\frac{1}{48}$ di tutta l'altezza. Il ſecondo grado fu di $\frac{1}{24}$, e oſſervoſſi quando le acque si aumentarono al quadruplo. Quando le quantità d'acqua divennero come 5, 6, 7, ſi fece l'accreſcimento d'altezza di $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{9}$. Con ciò l'Autore credette di aver provato abbaſtanza che nell'unione de' Fiumi, non può

trascurarsi altrimenti *la poussée des Accruës*: e su questi medesimi principj calcolò la velocità, che nasce dall'urto degl'influenti, e ritrovò che un Fiume di 24. piedi d'altezza, conservando una larghezza invariabile, ne può ricevere sei altri eguali, senza crescer d'altezza più di due piedi, e mezzo. Le sperienze si fecero a Leida solennemente l'anno 1755, in presenza di sei Commissarj degli Stati Generali di Olanda, e si replicarono poi due leghe lontano da Parigi. Si trovano esse descritte nella prima, e seconda parte del libro sopracitato: Nè si potrebbero desiderare esperienze più autentiche per provare ciò ch'è conforme a tant'altre osservazioni, che la velocità delle acque separate, e unite insieme sono proporzionali alle loro quantità, prescindendo dalle disuguaglianze delle pendenze, e posto che il corpo d'acqua nell'influente non sia molto maggiore della portata del recipiente.

Ma prima di passar oltre, e di applicare questo principio al calcolo delle pendenze de' Fiumi torbidi, esaminiamo le altre conseguenze importanti, che se ne potrebbero ricavare, rispetto alle diversioni, e divisioni delle acque. Il Sig. Genneté, nello stesso libro, con una serie di esatte, e ingegnose sperienze esaminò quali effetti si dovessero aspettare da' taglj fatti ne' Fiumi, e particolarmente dal diversivo, che si era progettato di aprire al Reno grande in Olanda. Diede al suo fiume artificiale la massima altezza possibile, lasciandovi correre tant'acqua, che fosse vicina a traboccare dalle sponde. Poi alzando una chiusa ne derivò in circa $\frac{1}{16}$, e osservò che a principio si abbassava la superficie dell'acqua, e che, appena riempito il diversivo, tornava all'altezza di prima, e si componeva nel Fiume intero, e nel diversivo al medesimo livel-

vello. Nè altro maggiore effetto produsse un taglio, che prendeva la metà dell'acqua di tutto il fiume artificiale. Bensì aperti i diversivi, e ridotte le cose allo stato di permanenza, la velocità, misurata per mezzo della macchinetta, di cui si è parlato sopra, trovavasi diminuita. Avvertì in oltre il Sig. Genneté che quanto l'esperienza dimostra in piccolo, ne'canali artefatti, e di poca quantità d'acqua, la natura ci fa vedere ancora in grande ne'Fiumi più principali. Il Reno grande vicino ad Emerick si divide in due rami quasi eguali, il Wahal, e il Reno. Il letto di tutti e due si uguaglia prossimamente al letto del Fiume intero avanti la divisione, e quando vi s'ingrossano le acque, sono e nell'uno e nell'altro alte ugualmente. Il secondo ramo si divide di nuovo verso Arnheim per formar l'Yssel, e la sezione dell'Yssel non differisce molto da quella del Reno. A ciò si potrebbe aggiugnere l'esempio del Pò grande, come ci è descritto nel Voto di Monsignor Riviera, e spiegato a norma delle teorie del P. Grandi. „ La sezione del ramo di Ariano di-
„ viso da quello delle Fornaci era di piedi quadri 2365.
„ Quella del tronco principale avanti la separazione
„ di piedi quadri 12070. E l'altra del ramo delle For-
„ naci $12330\frac{1}{2}$. Ora chi mai crederebbe, che ad
„ un canale d'acqua, la cui sezione sia $12330\frac{1}{2}$ pie-
„ di quadri, qual'è quello delle Fornaci, potesse unir-
„ si tant'acqua quanta ne passa per una sezione di pie-
„ di quadri 2365, come si trova nel ramo di Ariano,
„ senza fare larghezza maggiore, anzi minore di 35
„ piedi, e con accrescere poco più d'un'oncia e mez-
„ zo solamente d'altezza, riducendosi a passare per una
„ sezione di piedi quadri 12070, quale è il tronco
„ prin-

„ principale del Pò grande alle Papozze avanti la sua
„ divisione nei due rami d'Ariano, e delle Fornaci?
„ E pure tutta l'acqua dell'uno e dell'altro ramo è
„ passata già prima per lo tronco suddetto principale
„ del Pò grande, avanti ch'egli si divida nelli due
„ delle Fornaci, e di Ariano, aggiustandosi ogni dif-
„ ferenza colla varia velocità, che risulta ne'detti ca-
„ nali. Nè si può dubitare, che, siccome ciò accade
„ nel divorzio del tronco suddetto principale in quei
„ due rami divisi, così non succedesse lo stesso, quan-
„ do con moto retrogrado que'medesimi due rami di-
„ visi, dovessero in un sol tronco riunirsi, e ciò mol-
„ to più agevolmente, quando fosse fatta la confluen-
„ za ad angolo più acuto, che ivi non è, il che gio-
„ verebbe ad accrescere nel tronco unito la velo-
„ cità. „

Le sperienze del Sig. Genneté ci prescrivono i limiti delle diminuzioni d'altezza, che dipendono dal corpo d'acqua divertito da un alveo sensibilmente inclinato all'Orizzonte. E quantunque l'Autore non ci abbia notato diverse circostanze particolari, che avrebbero somministrato maggiori lumi in una materia così importante; niente di meno la novità, e la delicatezza delle sperienze, merita tutta la maggiore attenzione. Quando si univano insieme quattro rivi tra loro uguali, e lontano dagli sbocchi si aprivano due taglj, ciascuno d'una sezione eguale a quella del fiume intero, si abbassavano le acque di $\frac{1}{16}$. Quando i rivi tra loro uguali uniti insieme erano cinque, e la sezione de' due diversi restava come prima uguale a quella del fiume intero, l'abbassamento era di $\frac{1}{24}$. Lo stesso succedeva quando i diversivi erano tre, e i rami uniti sei.

Con-

Con due diversivi, e sei rivi, tutti uguali rispettivamente tra loro, l'abbassamento era di $\frac{1}{48}$. Quindi ne dedusse l'Autore che si potrebbe con tre gran taglj occupare tutto il paese, compreso tra il Leck, e la Meruva, senza che il Leck si abbassasse più di un solo piede d'altezza: e nel caso particolare del taglio già progettato in Olanda, sostenne costantemente che divertendo dal Leck un sedicesimo di tutta l'acqua, non verrebbe punto scemata l'altezza delle piene, e si diminuirebbe soltanto la velocità, e si faciliterebbero le deposizioni del fondo. Però concluse: *Peut-on du sein de la Hollande même, conseiller des choses aussi peu raisonnables que ces Saignées! En Physique comme en Politique on sçait que la division des Corps est leur destruction. En Hydrometrie la division des Fleuves, c'est la submersion du Pays plat qui les environne.* Per le stesse ragioni si potrebbe pur dire che gli antichi Romani, quantunque fossero tanto eccellenti nella pratica degli Acquedotti, de' canali navigabili, e delle bonificazioni delle paludi, non intendessero poi egualmente le teorie del regolamento de' Fiumi, mentre trattarono in pieno Senato di divertire gl' influenti dal Tevere, come se divertiti gl' influenti si fosse potuto ottenere una diminuzione sensibile delle piene. Anzi io per me credo che nè il diversivo della Castagna a Casal Monferrato diminuisca sensibilmente l'altezza del Pò, nè il Gravelone a Pavìa diminuisca l'altezza del Tesino, nè gli altri diversivi dell' Adige sotto a Verona rendano le di lui piene meno alte, e pericolose: comunque il Zendrini nel num. 14. del Cap. 6. da alcune arbitrarie ipotesi abbia dedotto, che i quattro diversivi diminuiscano tutti insieme le piene dell'Adige in circa di due piedi.

Il

Il Sig. d' Alembert (a) ci parlò ne' medesimi termini dell'inutilità de' diversivi: *On peut diminuer ou arrêter quelque fois les inondations d'une rivière, non y faisant des saignées, mais en y faisant entrer une autre rivière*. Gli Autori Italiani hanno trattata copiosamente questa materia. Il P. Castelli nel Coroll. 13. del primo libro sopra le acque correnti disapprovò l'antica diramazione, che si faceva del Pò al Bondeno, e che fu poi tralasciata fino dall' anno 1638. Il Guglielmini nel Cap. 12. confermò l'opinione del P. Castelli intorno al poco utile, che portano i diversivi, sì per la poca acqua che scaricano in proporzione di tutta quella del fiume, sì per la poca altezza, che levano da quella, che senza di essi sarebbesi nell'alveo del fiume medesimo. Eustachio Manfredi in una scrittura inedita ha eccellentemente provata l'inutilità, e i pericoli de' tagli, che alcuni progettarono di fare sulla diritta del Fiume Serchio. L'esperienza ha pure dimostrato inutile il taglio dell'argine sinistro d'Arno alle Fornacette, con cui anticamente credevasi di salvar Pisa dalle inondazioni. L'anno 1740 essendosi fatto quel taglio, s'ebbero nel tronco superiore dell'Arno tre o quattro rotte, e in tanto non si accorsero a Pisa di alcuna diminuzione della piena. E nel passato mese di Novembre, in tempo d'una gran piena, essendo convenuto per diversi altri riguardi di replicare l'antico taglio, ch'erasi già tralasciato dopo il 1740, la piena continuò a crescere a segno tale, che alcuni non si sapevano persuadere che il taglio si fosse fatto. La piena sopravvenne in poche ore nella notte del giorno 14, e continuò con piccole mutazioni fino alla sera del giorno 15. Alle sette ore, nella stessa sera, si fe-

(a) Encyclop. art. Fleuves.

fece aprire per circa otto braccia l'argine finistro del Fiume alle Fornacette, che fu presto allargato dalle acque fino a 28, o 30 braccia. Non ostante l'ampiezza della sezione, e la quantità d'acqua che usciva, seguitò in Pisa a crescere la piena, e verso le ore 11 arrivò alla massima altezza, che vi sia stata a memoria d'uomini. Io la mattina seguente ho visto tutte coperte dalle acque le luci del Ponte alle Piagge, e nel Ponte di mezzo ne ho visto una sola, e due nel Ponte a Mare, che non erano affatto coperte. Anzi dopo il mezzo giorno de' 16 crebbe di nuovo la piena, e solamente verso sera incominciò ad avere il suo termine.

Ora per ritornare al Sig. Genneté, da tutte le accennate sperienze, e osservazioni ricavò egli, che la principal causa delle inondazioni del Reno grande in Olanda sia la di lui divisione incominciata sotto i Generali Romani Drusio, e Corbulone, e poi con tanti canali navigabili continuata ne'secoli posteriori, e che il solo rimedio per asciugare que'marazzi, per dare uno scolo felice alle pianure fertili, e per liberare la metà delle Provincie unite dal timore, e dal pericolo di una total rovina, sia quello di riunire i tre rami del Reno nel solo vecchio ramo dell'Yssel. Poi con diverse altre sperienze ricercò il medesimo Autore quanto più si ritardino le acque, e si accrescano le altezze delle piene per la tortuosità degli alvei, e per ragione de'gomiti delle campagne. Osservò nel suo fiume artificiale, che applicando alle ripe un ostacolo, il quale restringesse l'alveo della metà, e poi aggiugnendone un altro superiormente, che occupasse la terza parte dello stesso alveo, e finalmente mettendo ancor più sopra un terzo ostacolo, che ne occupasse la quarta parte, erano i successivi, e corrispondenti

accrescimenti di altezza, e le diminuzioni delle velocità di $\frac{1}{60}$, e poi di $\frac{1}{35}$, e finalmente di $\frac{1}{24}$. Però propose di rettificare l'alveo dell'Yssel, e di ridurre le di lui sezioni ad una più uniforme larghezza. Non era però di sentimento che tutto l'alveo si dovesse allargare per ricevere il Reno intero. Disse che la larghezza da accrescersi a tutto l'alveo poteva considerarsi come un taglio fatto nel Fiume, o come una divisione di tutto il Fiume in due parti, e che i taglj, e i diversivi essendo interamente inutili per diminuire l'altezza delle piene, doveva pure essere inutile il maggiore allargamento. Anzi avvertì che molti Fiumi avrebbero bisogno d'un alveo più ristretto, e particolarmente addusse il caso del Pò grande in Italia. Sostenne adunque che riunendo i tre rami del Reno grande nel solo Yssel, senza accrescere la larghezza, non si avrebbero piene considerabilmente più alte, e pericolose, *on rendroit à ce Fleuve une vitesse constante trois fois plus grande, que celle qu'il a dans ces divisions, & on lui faciliteroit en même tems un Ecurement de son fonde aussi constamment trois fois plus considerable.*

Per applicare al piccol Reno tutto quello che il Sig. Genneté ha proposto di fare nel Reno grande, basterebbe di mettere in opera quanto abbiam detto nel capitolo primo del secondo libro: cioè bisognerebbe unire le acque del Reno, e degli altri Torrenti del Bolognese, e della bassa Romagna negli alvei vecchj del Cavo Benedettino, e del Primaro, rettificando le maggiori tortuosità del Primaro, e riducendo l'alveo comune a una larghezza uniforme, e non più grande di quella, che richiederebbero le acque del solo Reno. L'allargamento maggiore equivarrebbe a un

di-

diverfivo, che diminuendo la quantità delle acque, diminuirebbe ancora proporzionatamente le loro velocità, e non influirebbe punto a diminuire l'altezza delle piene. Per l'altra parte fe la Savena, l'Idice, e gli altri Torrenti inferiori, fi uniffero infieme col Reno fopra una data pendenza, fi accrefcerebbe bensì la velocità delle acque unite, in proporzione della loro quantità, ma non fi potrebbe accrefcere l'altezza, nè la larghezza, che manterrebbe il folo Reno fopra la pendenza medefima. E per provare queft' importante verità co' puri fatti, e ancora indipendentemente dalle teorie, che già fi fono prodotte, bafterà di fupporre che le acque del Bolognefe debbano uniformarfi alle leggi di tutti gli altri Fiumi del Mondo. Ora le piene maggiori della Secchia, e del Panaro non portano nello fteffo ramo del Pò alcun accrefcimento di altezza che sia fenfibile. Il Danubio dopo di avere ricevuto dal Fiume Inn quasi altrettanta quantità d'acqua, non si fa nè più largo nè più profondo. Il Reno grande unito al Meno, ch'è quasi egualmente groffo, ritiene la fezione medesima di prima, e la ritiene pure dopo l'unione degli altri influenti, e dividendosi in due, e in tre rami non si abbaffa fensibilmente di fuperficie. La Gajana portando nella Quaderna quasi la metà d'acqua, non fa variare di molto le fezioni: e lo fteffo fuccede nella Samoggia dopo l'unione del Lavino. Il piccol Reno accrefcendosi di due quinti dalla Samoggia, e piuttofto reftringendosi di letto fotto allo sbocco, non ha maggiori altezze nelle piene, ancora, fei, e fette miglia lontano dalle rotte, dove il pelo alto, il pelo baffo, e il fondo del Fiume fono tra loro fenfibilmente parallelli, come già aveva offervato Euftachio Manfredi nell'annotazione quarta al Capo decimo del Guglielmini. Non fi può adunque ragione-

 vol-

volmente temere, che aggiugnendosi poi la Savena, l'Idice, la Centonara, la Quaderna, e il Sillaro, Torrenti che tutti insieme in una piena contemporanea formerebbero la metà in circa del Reno unito alla Samoggia, e inoltre il Santerno, e il Senio, debba l'alveo comune abbisognare di larghezze maggiori, e di argini molto più alti di quelli che ne' luoghi inferiori, e sopra le assegnate cadenti abbisognerebbero al solo Reno: ch'è quanto abbiamo detto nel Cap. 2. del Lib. 2.

CAPITOLO TERZO

DELLA LEGGE DELLE PENDENZE

De' Fiumi.

ORa torniamo alla legge della velocità, che si è fissata nel capo antecedente. Gli esempj del Pò Grande, del Panaro, e della Secchia, e le sperienze, e le osservazioni del Sig. Genneté, provano abbastanza, che se il fondo del recipiente si continuasse sopra la stessa immutabil pendenza, e prima, e dopo il concorso d'un influente, si avrebbe pure, e prima, e dopo la stessa altezza vera, e le velocità sarebbero come le quantità d'acqua, e le altezze vive, o equivalenti come i loro quadrati. Sostituendo quest'espressione delle velocità nel teorema del P. Grandi, che si è già esposto sul fine del Capo primo, potrebbe dirsi che, essendo la velocità nello stesso piano proporzionale alla quantità d'acqua, e stante la medesima quantità d'acqua, e la medesima altezza viva, variando il momento a misura de' seni corrispondenti agli angoli dell'inclinazione, che hanno coll' orizzonte i canali,

pe'qua-

pe'quali scorrono le acque; ogni qualvolta le quantità d'acqua fossero reciprocamente come i seni dell'inclinazione de'piani, pe' quali si muove successivamente un Fiume, avrebbe questi in ogni sito uguale velocità. Ma secondo le dottrine del Guglielmini, e di Eustachio Manfredi, posta un' uguale velocità, devono mantenersi ugualmente incorporate le torbide, e con uguale velocità smaltirsi le altre materie, depositate sul fondo, quand' esse siano prossimamente della medesima condizione. Dunque la prima legge delle pendenze, che si è dedotta dalle dottrine del Guglielmini, di Eustachio Manfredi, e del P. Grandi, colle altre teorie del P. Grandi sopra la composizione del moto, e colle osservazioni, e sperienze del Sig. Genneté, si risolverebbe in quest' altra: *che il fondo del recipiente sarebbe ugualmente stabilito, e prima, e dopo il concorso d'un influente, quando i seni delle pendenze fossero reciprocamente proporzionali alle quantità d'acqua:* e che però se il recipiente solitario ricercasse una pendenza determinata, si dovrebb'essa al concorso d'un influente diminuire in ragione della quantità d'acqua accresciuta: ch'è appunto in termini più precisi quanto ha già detto il Guglielmini nel Coroll. 3. della Prop. 2. del Cap. 5. che *quanto maggior copia d'acqua porterà un Fiume, tanto minore sarà la di lui caduta.*

Quì però è da notarsi che rigorosamente parlando, stante la medesima altezza, sarebbero le velocità proporzionali a'seni delle pendenze, come voleva il P. Grandi, solamente nel caso che tutte le velocità dipendessero dall'attuale caduta, e che la stessa quantità d'acqua cadesse in un solo piano continuato uniformemente. Nel caso nostro il recipiente, e l'influente arriverebbero al luogo della confluenza colle velocità

già

già acquiſtate nelle cadute antecedenti: e quando le acque unite ſeguitaſſero a correre ſopra di un piano della ſteſſa immutabil pendenza del recipiente ſolitario; le velocità delle acque ſi comporrebbero in una ſola, e comune, che ſarebbe proporzionale alla loro quantità. Se invece continuaſſero a correre ſopra di un piano meno inclinato, e declive del primo fondo del recipiente, la diminuzione della velocità, che ſecondo la Prop. 8. delle note del P. Grandi al trattato del Galileo ſopra il moto accelerato, ſarebbeſi nel paſſaggio da un piano all'altro, riuſcirebbe aſſai piccola, quando l'inclinazione del fondo ſi variaſſe pochiſſimo, e gradatamente. Però eſſendo già data dalla caduta antecedente, e dall'urto la velocità delle acque, che ſi uniſcono insieme; le ſole accelerazioni, e le forze acceleratrici, che agirebbero poi ne'piani diverſamente inclinati, ſarebbero proporzionali a'ſeni delle diverſe loro inclinazioni. Poſte le quali coſe ſi può dimoſtrar facilmente, che quando i ſeni delle pendenze del recipiente prima, e dopo il concorſo dell' influente, foſſero reciprocamente proporzionali alle quantità d'acqua; la velocità totale, e aſſoluta, dopo la confluenza, ſarebbe anzi maggior di prima, e però tanto meglio ſi ſoſterrebbero le torbide, e il fondo delle acque unite si dovrebbe anzi eſcavare. E così ſecondo il teorema, che si è propoſto nel paragrafo, antecedente, diminuendo il ſeno della pendenza, con cui è ſtabilito il fondo del recipiente ſolitario, in ragione della quantità d'acqua accreſciuta, ſi otterrebbe piuttoſto un limite, o una pendenza maggior di quella, che ſarebbe neceſſaria al corpo delle acque unite. Noi per avere una caduta abbondante piuttoſto che difettoſa, traſcureremo lo svantaggio del calcolo, e fiſſeremo la proporzione de'ſeni delle pendenze dalla proporzione reciproca delle quantità d'acqua. E

E in primo luogo per calcolare le portate intere del recipiente, e degl'influenti solitarj, premetteremo quanto risulta dalle teorie Geometriche del Guglielmini, e del P. Grandi. Se col parametro d'once $635 \frac{5}{7}$ del piede di Bologna si descriverà una Parabola, ciascuna semiordinata esprimerà la velocità, che un corpo acquisterebbe cadendo liberamente dall'altezza di tutta l'ascissa. Il viaggio, che in un minuto secondo fa un galleggiante nella superficie d'un Fiume, diviso per lo parametro, darà l'altezza, che corrisponde alla velocità superficiale, e che aggiunta all'altezza vera del Fiume, misura tutta l'altezza, che chiamasi equivalente. La radice del prodotto dell'altezza equivalente nel parametro esprimerà la velocità del fondo della sezione. Due terzi del prodotto della velocità del fondo in tutta l'altezza equivalente, meno due terzi del prodotto della velocità superficiale nell'altezza aggiunta all'altezza vera, divisi per la stessa altezza vera, daranno la velocità media. Il prodotto della velocità media nella larghezza, e altezza vera, darà la quantità d'acqua, che passa per la sezione in un secondo. Con queste regole, prendendo le larghezze ragguagliate, e le altezze massime delle piene nelle due sezioni del Lavino solitario, che negli ultimi Profili sono segnate colle lettere Q, e P, e supponendo che la velocità superficiale sia, e nell'una, e nell'altra di 3. miglia, o sia d'once 180000. l'ora; saranno le quantità d'acqua, che passano per la prima sezione in un minuto secondo di 8219112 once cube, e di 11844043. quelle, che passano in ugual tempo per la seconda sezione. Così pure prendendo i dati delle sezioni O, ed N della Samoggia solitaria, e supponendo la stessa velocità superficiale di 3 miglia l'ora; sarà

farà la portata della prima sezione 21085741, e della seconda 38012504.

Essendo così diverso il risultato de'calcoli nelle due diverse sezioni del Lavino, e della Samoggia, bisogna osservare che le prime sezioni Q, O si sono prese sopra di un fondo molto più ripido, e inclinato di quello, che corrisponde alle altre due sezioni P, ed N. Quindi è che le altezze vere riescono maggiori, e che però le velocità superficiali dovrebbero essere minori nelle seconde sezioni, che nelle prime. Se vi fossero osservazioni più esatte intorno alle medesime velocità, tutto il calcolo potrebbe farsi più esattamente. Per aver'ora la più grande esattezza, che può sperarsi in calcoli di questo genere, prenderemo un medio Aritmetico, come suol farsi ordinariamente, e daremo 10031577 alla portata del Lavino, e 29554122 alla portata della Samoggia, che insieme saranno 39585699. E ciò combina prossimamente colle sezioni K, ed M, che si son prese nella Samoggia sotto allo sbocco del Lavino. Poichè supponendo di nuovo la velocità superficiale di 3 miglia l'ora, sarebbe di 37641360 la portata della sezione K, e 42468495 la portata della sezione M, la media delle quali è 40054927. Per l'altra parte egli è certo che supponendo di 3 miglia l'ora la velocità superficiale nelle due sezioni K, ed M, nelle quali le acque unite devono esser più celeri, secondo tutto ciò, che si è detto; non può più supporsi la stessa nelle sezioni P, ed N, che sono sottoposte a'regurgiti, e che restano sopra di un fondo di poco diversa inclinazione. Non crederemo dunque di discostarci molto dal vero, supponendo che le quantità d'acqua nella Samoggia unita al Lavino, e nella Samoggia solitaria, siano tra di loro come 4 a 3. Ora la pendenza della Samoggia sopra lo sbocco del Lavino,

e in

e in tutto il tratto, in cui non si estendono i sassi, e le ghiaje più grosse, è d'once 53. 5. ragguagliatamente per miglio. Dunque sotto allo sbocco dovrebb'essere d'once 40. secondo il nostro teorema: ed è appunto d'once $37\frac{1}{3}$. Così quantunque la Samoggia sia tanto irregolare di fondo, niente di meno nelle pendenze ragguagliate si accomoda prossimamente alla legge già stabilita. La piccola differenza, che passa tra 'l calcolo, e le osservazioni, si può facilmente attribuire alla diminuzione della pendenza, che la Samoggia ancor solitaria ricercherebbe oltre l'ultimo limite delle ghiaje, ch'è verso la confluenza del Lavino.

Dalla Samoggia passiamo al Reno, che ha il fondo più regolare, e che porta più uniformi materie, e sopra, e sotto lo sbocco della Samoggia. Prendendo i dati dalle sezioni, che ne' Profili sono contrasegnate colle lettere I, G, e supponendo la velocità superficiale di miglia $3\frac{1}{2}$, o sia d'once 210000 l'ora, come portano le antiche, e più esatte osservazioni, si troverebbero per la sezione I once cube 111749323, e per la sezione G 87950554, e prendendo un medio Aritmetico si avrebbero 99849938 per la portata del Reno solitario. Sarebbe dunque la quantità d'acqua nel Reno solitario alla quantità d'acqua nel Reno unito alla Samoggia prossimamente come 100 a 140, o come 5 a 7. Le sezioni non sono molto irregolari, onde non v'è da temere che calcolando le loro portate dalle larghezze ragguagliate, e dalle altezze delle massime piene, non si abbiano prossimamente le proporzioni delle quantità d'acqua. Ora se le pendenze dovessero essere reciprocamente come le quantità d'acqua, e la pendenza del Reno sopra lo sbocco

 del-

della Samoggia si stabilisse d'once 25, sarebbe la pendenza sotto allo sbocco d'once $17\frac{6}{7}$: e se quella si prendesse d'once 26. 2, riuscirebbe questa d'once $18\frac{5}{7}$. Ma la pendenza del Reno poco sotto allo sbocco della Samoggia è d'once $17\frac{2}{3}$, e in tutto il tratto inferiore sino alle Rotte è la pendenza ragguagliata d'once $18\frac{1}{3}$ per miglio. Abbiamo dunque tutta la maggiore corrispondenza, che in questo genere di calcoli si può sperare tra le osservazioni, e il puro fatto. Se per non essere ordinariamente contemporanee le massime piene del Reno, e della Samoggia, si supponesse che la Samoggia aggiugnesse al Reno una quantità d'acqua minor di quella, che si è calcolata, sarebbe ancora la pendenza calcolata, sotto allo sbocco maggiore della vera: e ciò si conformerebbe più col teorema, che abbiamo dato per ritrovare, non già la pendenza vera, ma bensì un limite, o una pendenza maggior di quella, che può essere necessaria al corpo delle acque unite. Però quand'anco non si fosse detto altro per provar le teorie, la sola analogia di due fatti già noti nel Lavino, e nella Samoggia, nella Samoggia, e nel Reno ci darebbe tutto il lume bastante a congliietturare cosa avesse a sperarsi dall'unione del Reno, e della Savena, e degli altri Torrenti inferiori. E qual cosa più ragionevole che il pretendere che nello stesso Fiume, e in circostanze affatto simili, la natura sia sempre simile a se medesima? Seguitiamo adunque la serie de' nostri calcoli.

Prendendo i dati degli altri influenti dalle sezioni, che ci son parse più regolari, e supponendo che

che la pendenza ragguagliata del Reno poco ſopra alla Rotta Panfilia sia d'once $14\frac{3}{4}$ per miglio, e che debba eſſa diminuirsi in ragione della quantità d'acqua accreſciuta; ſarebbe la pendenza del Reno dopo l'unione del Canal Naviglio, e della Savena d'once $12\frac{5}{6}$, dopo la confluenza dell'Idice d'once $11\frac{1}{6}$, e poi d'once $9\frac{3}{4}$ dopo l'aggiunta della Centonara, della Quaderna, e del Sillaro, come riſulta dalla tavola, che diamo anneſſa. Nè quì potrebbe farsi altra eccezione, ſe non che combinandosi molte volte le piene della Samoggia, e del Reno, la combinazione delle piene del Reno, e degli altri Torrenti inferiori ſarebbe un caſo aſſai raro, e ſu cui non dovrebbe accertatamente fondarsi la diminuzione delle pendenze. Ma in primo luogo l'anticipazione delle piene di Savena, e degli altri Torrenti inferiori, ſarebbe di minor tempo, quando le acque del Reno non si ſpandeſſero nelle Valli, e correſſero tutte unite dalla Rotta Panfilia nel Cavo Benedettino. In ſecondo luogo è da notarsi ciò che abbiamo già detto, che avendo tutti i Torrenti del Bologneſe la prima origine in luoghi non molto lontani tra di loro, eſſendo di non molto diverſo corſo, e riconoſcendo le loro piene principalmente dalle cauſe generali, come ſono le piogge, e lo ſcioglimento delle nevi; non può il Reno in piena ritrovare gli altri Torrenti più ſcarsi d'acque. Premeſſe le quali coſe, e ſuppoſto che il Reno in piena sia di 140. parti, di 22 la Savena col Naviglio, l'Idice di 24, e di 25 i tre Torrenti inferiori; crederemo di fare un'ipotesi ſvantaggioſa ſupponendo che non combinandosi insieme tutte le piene, la Savena non ag-

giunga al Reno che 10 parti, 12 l'Idice, e gli altri Torrenti 15. Sarebbero in quest' ipotesi le cadenti d'once 13 $\frac{4}{5}$ alla Savena, di 12 $\frac{3}{4}$ all'Idice, e di 11 $\frac{2}{3}$ alla confluenza degli altri Torrenti. Finalmente se non dovessero riguardarsi le piene massime, ma solo le mezze piene, o qualunque altro stato del Reno, e per esempio si dessero al Reno 70 parti, 5 alla Savena, 6 all'Idice, e 7, o 8 agli altri Torrenti inferiori; la proporzione delle quantità d'acqua, e de'seni delle pendenze rimarrebbe sempre la stessa: ch'è quanto si è detto al principio di questo libro, che se il recipiente solitario si stabilisce sopra una data pendenza, e quando le acque son basse, e quando sono le piene massime, o medie; dopo l'unione di nuove acque avrà bisogno di minore pendenza per tenere incorporate le torbide in ogni tempo, e smaltire le deposizioni del fondo.

Ma per togliere di mezzo ogni dubbio, ritorniamo alla linea di Malacappa, e alle cadenti, che alcuni vi hanno assegnato, d'once 24. al Reno già unito alla Samoggia, d'once 20 dopo l'unione della Savena, e d'once 17 sotto lo sbocco della Centonara. Secondo ciò, che si è detto, la diminuzione di un sesto della pendenza potrebbe farsi all'incirca, quando le piene del Reno, e della Savena fossero contemporanee: nel qual caso, incominciando l'inalveazione alla Rotta Panfilia, dov'esso corre con once 14 $\frac{3}{4}$ di caduta per miglio; alla confluenza della Savena le once 14, e le 13 darebbero una caduta sempre abbondante. Nè però deve credersi, che per questa ragione, incominciando l'inalveazione a Malacappa, e arrivando indi alla Savena, le once 20 di caduta per miglio non

non possano esser bastanti, ancor nel caso che non siano contemporanee le piene. Mentre si deve inoltre avvertire ciò, che fin'ora non si è voluto mettere in conto, che tutti i Fiumi, e i Torrenti, che portano arene, e torbide, correndo ancor solitarj, e senza l'ajuto di nuove acque, ricercano ne'tronchi inferiori sempre minore declività. Il Guglielmini nella Reg. 7. del Cap. 4. ci ha insegnato, che *le inclinazioni degli alvei sempre più si sminuiscono, quanto più si scostano dal loro principio*. Su questo fondamento i Signori Bolognesi fino nelle scritture del 1711 negarono che si dovesse assegnare al Reno una caduta eguale, e continuata dallo sbocco della Samoggia fino in dirittura allo sbocco del Santerno. E in fatti la pendenza del Reno, ch'è d'once 17, o 18 sotto allo sbocco della Samoggia, si riduce poi a sole once 14 $\frac{3}{4}$ sopra la Rotta Panfilia. Noi ne abbiamo già addotta la ragion fisica sul fine del capo primo del libro primo, che colla continuazione del corso intrecciandosi tra di loro diversamente, e sfregandosi, e dibattendosi le arene, sempre più si assottigliano, e però ricercano forze sempre minori per esser portate più lontano, e ancora posto il medesimo corpo d'acqua abbisognano di minore declività. La stessa diminuzione di pendenza si osserva pure ne'Fiumi, e ne'Torrenti che corrono in ghiaje, e sassi, non perchè i sassi e le ghiaje collo sfregamento continuo si diminuiscano sensibilmente di mole, ma perchè restano di mano in mano più addietro quelle che sono più grosse, e irregolari. Così è vero generalmente, e per diverse ragioni quanto ci ha detto il Guglielmini nella Prop. 5. del Cap. 5. che *supponendo il fondo d'uno, o più Fiumi, composto di parti staccate l'una dall'altra, come sono i sassi, e l'arena; minori*

nori saranno le declività, quando il peso specifico delle parti sarà minore ... supposta la medesima forza dell' acqua.

Noi ammettiamo generalmente questo principio, e indifferentemente applichiamolo all' uno, e all' altro Progetto. Se le acque del Reno andassero tutte unite dalla Rotta Panfilia al Cavo Benedettino, dopo 11 miglia di strada, e prima di arrivare alla Savena ricercherebbero una pendenza sensibilmente minore delle once 14 $\frac{3}{4}$. E quì ancora si può addurre qualche osservazione. Poichè consta dagli Atti di Monsignor Riviera del 1716, che quando il Reno correva sino a Vigarano, sei, o sette miglia più sotto della rotta presente, non aveva nell' ultimo tronco una caduta maggiore di once 12 $\frac{3}{4}$ per miglio. Adunque il Reno solitario, prima di arrivare alla Savena per la diminuzione delle materie, non potrebbe ricercarne di più. Dopo l' unione della Savena, dovrebbe almeno ridursi la caduta alle once 12, per ragione del corpo di acqua accresciuto. Verrebbe a continuarsi questo vantaggio in tutto il tratto inferiore, poichè nè l' Idice, nè la Centonara, nè la Quaderna, nè il Sillaro, porterebbero nel nuovo alveo materie più pesanti, e più grosse, quando almeno si sostenessero i fondi dell' Idice, e del Sillaro, nè si potessero maggiormente abbassare. E però sotto alla confluenza dell' Idice basterebbero 11 once, e alla Bastìa dovendo essere tanto più assottigliate le materie del Reno, della Savena, e dell' Idice, basterebbero le once 10, e ancor le 9. E così pure sarebbero più che sufficienti al bisogno le once 7 a Longastrino, e le 4 sotto allo sbocco del Santerno, dove al maggior corpo d' acqua, e al maggiore assottiglia-

tigliamento delle materie si aggiugne sensibilmente l'azione del flusso, e riflusso del Mare. Onde riunendo quanto si è detto, e incominciando a tirar le cadenti in vicinanza allo sbocco del Senio, dove il fondo del Primaro è nella stessa linea orizzontale colla profondità invariabile della foce, le pendenze di once 4 per miglio sino al Santerno, di 7 sino a Longastrino, di 10 sino alla Bastìa, di 12 sino all'Idice, di 14 sino alla Savena, e di $14 \frac{3}{4}$ sino al Reno, riuscirebbero in ogni caso copiose, e sovrabbondanti al bisogno.

Avendo similmente riguardo e al corpo d'acqua accresciuto, e alla quantità diminuita delle materie, si potrebbe credere sufficiente, o ancor vantaggiosa la caduta di 24 once per miglio nella linea di Malacappa dal Reno sino alla Savena, e d'once 20 dalla Savena all'Idice, come si è detto sul fine del secondo libro, e si è replicato poco fa. Dopo l'unione degli altri quattro Torrenti considerando il solo accrescimento del corpo d'acqua, supponendo contemporanee tutte le piene, e prescindendo dalle disuguaglianze delle materie, i primi due piedi di caduta al più si potrebbero diminuire d'un terzo. Ma l'Idice, la Centonara, e la Quaderna porterebbero anzi nel nuovo alveo, e ghiaje, e arene assai più grosse di quelle, che arriverebbero dal Reno, e dalla Savena. Dunque la caduta di sole 17 per miglio, in tutto il tratto inferiore alla Centonara, non potrebbe più credersi bastante. Seguitando le stesse tracce si troverebbero le cadenti necessarie nel caso che si facesse la diversione del Reno da qualsivoglia altro punto. Per esempio se la Samoggia si volgesse nel Reno alla Volta Sampieri, e si mandasse a incontrare la Savena sotto alla Cà de' Fabbri, non vi

vi vorrebbe in tutto questo tratto minor caduta di 18, o 17 once ragguagliatamente per miglio. Poichè la Volta Sampieri sarebbe nel nuovo alveo quasi egualmente lontana dall'intersecazione della Savena, di quel che sia presentemente dalla Rotta Panfilia: e però il Reno ivi unito alla Samoggia non potrebbe ricercare minor caduta di quella, che si mantiene presentemente sotto alla confluenza, e che sarebbe pure nel nuovo alveo distribuita con qualche disuguaglianza, e sopra lo sbocco della Savena si ridurrebbe ad once $14\frac{3}{4}$, come si riduce ora sopra le rotte. L'unione del Naviglio, e della Savena potrebbe al più abbassar la cadente ad once $12\frac{5}{6}$, e l'unione dell'Idice a $11\frac{1}{6}$, supponendo contemporanee le piene, e prescindendo dalle disuguaglianze delle materie. Ma l'Idice tagliato in circa tre miglia e mezzo sopra il di lui sbocco nel Cavo Benedettino porterebbe nel nuovo alveo arene grosse, e ancora delle ghiaje. Dunque non basterebbero forse le once 12 sotto lo sbocco dell'Idice nel nuovo alveo, che sotto allo sbocco nel Cavo sarebbero anzi abbondanti. E non essendovi tanta caduta dalla Volta Sampieri alla Savena, e all'Idice, resta generalmente vero per qualsivoglia linea superiore ciò che abbiamo detto sul fine del secondo libro, che incominciando la diversione del Reno da luoghi ancor più alti della Rotta Panfilia, e computando l'abbassamento da farsi nel nuovo fondo per ricevervi la Samoggia, la maggiore pendenza, che il Reno ricercherebbe superiormente, e le materie più grosse, che i Torrenti inferiori trasporterebbero nell'alveo comune, resterebbe assai difettosa la pendenza totale: laddove alla Rotta Panfilia essendo

già

già stabilito il fondo del Reno sulla pendenza d'once 14 $\frac{3}{4}$, e gli altri Torrenti spingendo sempre più sottili materie agli ultimi loro tronchi, le cadenti d'once 14, e poi di 12, e finalmente di 10 sarebbero maggiori di quelle, che il Reno ricercherebbe correndo colle acque unite dalla Rotta medesima nel Cavo Benedettino, e quindi alla Bastia, e sino al Mare.

E questo è l'ultimo caso, che si deve avere più in vista, e in cui per la supposta mancanza di caduta gli oppositori del Primaro credevano di prevedere la rovina totale delle Provincie. Nè fa bisogno di diffondersi molto per dimostrare che la caduta sarebbe ancora bastante nel caso presente, e avanti di ottenere l'intera bonificazione della Valle di Malalbergo, cioè fino a tanto che le acque del Reno arrivassero sparse, e divise, e però meno torbide al Passo Segni. Esaminiamo lo stato del Primaro. Dal 1739. al 1757, cioè dopo la construzione del Cavo Benedettino, il fondo del Primaro si è notabilmente rialzato, dove più, dove meno nel tratto di miglia 16 dal Colombo a Longastrino. Abbiamo detto qual possa credersi la ragion principale di tante deposizioni. Dal 1757 al 1761 il fondo del Primaro s'è di nuovo rialzato per tutto un miglio sotto al Colombo, e s'è abbassato molto più per due altre miglia sopra Consandolo. Da Consandolo alla Celletta non si sono in questo tempo trovate notabili alterazioni. Dalla Celletta alla Bastia il fondo s'è rialzato, e s'è abbassato poco meno di altrettanto per tutto un miglio sotto alla Bastia. E così prendendo insieme tutti gli abbassamenti, e le deposizioni, come si rilevano dagli ultimi Profili, il fondo presente del Primaro per 11 intere miglia non differisca sensibilmente da quello del 1757. Passata la Bastia il fon-

do s'è rialzato di circa un piede per altre tre miglia e mezzo. Ora le acque del Reno, e della Savena, dopo essersi sparse per le Valli, arrivano dalle Rotte del Cavo Benedettino per una lunga, e tortuosa strada in Primaro, ed ivi unite alle acque torbide dell'Idice si espandono sulla diritta, dove sono interrotti gli argini, massime sopra alla Bastia: sicura prova che non si avrebbero a temere nuove, e maggiori deposizioni, quando chiuse le rotte del Cavo Benedettino, e della Savena, e ridotto a compimento lo stesso Cavo, si mantenessero unite le acque chiare, e le torbide, e si volgessero direttamente dal Passo Segni alla Bastia. L'esperienza de' quattr'anni già scorsi basta per assicurarci dell'esito d'un migliore sistema, per tutto il tempo, che secondo gli oppositori medesimi del Primaro non può essere molto lungo, e sino a tanto che il Reno arrivi con tutte le arene, e le torbide, e per conseguenza ancora con tutte le acque nel Cavo Benedettino. Dunque e nel caso presente, e nel futuro si avrà sempre una caduta abbondante, e vantaggiosa.

ELO-

ELOGIO
DEL SIGNORE
GABRIELLO MANFREDI.

GAbriello Manfredi nacque in Bologna il giorno 25 di Marzo del 1681, e vi morì il giorno 13 d' Ottobre del 1761. Non occorre trascrivere in questo luogo le altre date della sua vita, e compilare gli altri dettaglj, o poco interessanti, o comuni a tutti gli uomini. Il Fratello di Eustachio, e di Eraclito, il più grande Algebrista, che abbia avuto l' Italia, quello che ha chiamato di là da' Monti, e dal Mare il calcolo differenziale, e integrale, si deve riconoscere ne' suoi studj.

Il Galileo, e il Cavaleri nelle loro opere avevano già esposti i principj del metodo degl' infinitamente piccoli. Il Torricelli ci lasciò ancora ne' suoi manoscritti l' idea, e l' applicazio-

ne del metodo delle flussioni. Ma il Torricelli, rapitoci da una morte immatura, non potè rendere più generale il suo metodo. Gli altri Geometri Italiani, occupati ne' loro studj Geometrici, non s' erano nel secolo passato avanzati molto nel calcolo. Il metodo degl' infinitamente piccoli perfezionossi gradatamente dal Wallis, dal Bullialdo, dal Barow, e dal Leibnitz. Il metodo delle flussioni ricevette dal Newton tutta l' eleganza, e l' ampiezza, e l' utilità.

Il Signor Gabriello nella prima sua gioventù imitò gli Algebristi Inglesi, e Tedeschi, e vi riuscì tanto bene, che in età di 20 anni compose il famoso libro *De constructione æquationum differentialium primi gradus*. Il libro fu poi stampato del 1707, e in sei sezioni ci espose tutto ciò che allora sapevasi intorno al calcolo differenziale, e integrale. L' Autore fu subito riconosciuto universalmente per un consumato Analista, che incominciava la sua letteraria carriera, dove molti altri Matematici sarebbero stati contenti di terminarla.

Nella prima, e seconda sezione insegnò la maniera di trovare l' equazione differenziale della curva quando siano date le proprietà delle tangenti, degli spazj curvilinei, o de' solidi generati colla rivoluzione della curva medesima intor-

torno all' asse, e poi di construire le equazioni differenziali già ritrovate, quando contengano una sola indeterminata, e si possano integrare. Ci diede con cinque esempj altrettante regole generali, che si applicano a infiniti casi di aree quadrabili, e di curve rettificabili.

Nella terza sezione considerò le equazioni, che non sono integrabili, e quelle principalmente, che oltre i differenziali delle due indeterminate non elevati ad alcuna potestà contengono l'espressione d' una sola indeterminata. Ritrovò analiticamente, e poi sinteticamente un ingegnoso metodo d' integrare le quantità logaritmiche, elevate a qualunque potestà, con una serie infinita, che molte volte si termina, e rende integrabili le proposte quantità. Aggiunse alcune riflessioni importanti circa gli spazj quadrabili di alcune curve, che non ammettono quadratura determinata. Sciolse ancora il Problema di ritrovare, e construire una curva, che sotto un angolo dato taglj un altra curva mossa in un piano, e intorno a un punto fisso.

Nella quarta sezione trattò delle altre equazioni differenziali, che non essendo integrabili, e avendo i differenziali dell' una, e dell' altra indeterminata elevati a qualunque potestà non contengono, che una sola indeterminata: e quindi

di paſsò a diſcorrere delle curve, che poſſono eſſere algebraiche, e quadrabili, e della conſtruzione dell' equazione del ſolido della minima reſiſtenza.

Nella quinta ſezione accennò brevemente i principali caſi della ſeparazione delle indeterminate nelle equazioni differenziali, e nell'ultima, e ſeſta ſezione parlò delle altre equazioni, nelle quali non poſſono ſepararſi le indeterminate. A' più eleganti Problemi, propoſti allora negli atti di Lipſia, di ritrovare le curve, che aveſſero un dato rapporto tra le ſotto tangenti, e le tangenti, o le applicate, aggiunſe l' altro Problema della curva, che taglia infinite parabole ad angoli retti, e trovò che la ſottonormale della curva cercata uguaglia la ſottotangente della parabola.

L' anno 1708 eſſendo ammeſſo il Manfredi tra' Segretarj del Senato, e del Pubblico di Bologna, interruppe i geniali ſuoi ſtudj col dovere di ſervire alla Patria, ſenza però totalmente abbandonarli. Nel tomo decimo ottavo del Giornale de' Letterati d'Italia l' anno 1714 fece vedere che con una ſemplice ſoſtituzione ſi potevano ſeparar le variabili nelle equazioni differenziali del primo grado, quando la ſomma degli eſponenti delle variabili foſſe in ciaſciun

ſcun termine la medeſima. Poi con un'altra ſoſtituzione inſegnò a ſeparar le variabili nelle altre equazioni, che, oltre alla condizione già detta, aveſſero i differenziali alzati a più alte poteſtà. Giovanni Bernoulli nel tom. 1. degli Atti dell' Accademia di Pietroburgo pubblicò l'anno 1726 una nuova ſoluzione del primo Problema, e il Goldbach la eſteſe a quelle altre equazioni, che ſebbene non abbiano in tutti i termini la ſteſſa ſomma degli eſponenti, ſi poſſono però convertire in altre equazioni, che l'abbiano. L'Ermanno nel tom. 6. di Pietroburgo diede una maggior eſtenſione al Problema, laſciando al Manfredi la lode d'eſſere ſtato il primo a trattarlo ampiamente.

Nel meſe di Giugno del 1719 avendo propoſto il Taylor a' Geometri non Ingleſi il Problema di ridurre alla quadratura del circolo, o dell'iperbola l'integrale della famoſa formola del Cotes, credette il Signor Gabriello, che ancora agl'Italiani apparteneſſe la sfida, e in pochi giorni ritrovò il metodo delle formole convertibili, e ſciolſe interamente il Problema. La ſoluzione fu pubblicata l'anno 1722 nel ſecondo tomo del Supplemento al Giornale de' Letterati d'Italia, e in eſſa non ſolamente il Manfredi ſodisfece al queſito, ma di più lo

eſte-

estese oltre a i limiti già proposti dal Taylor, e mostrò che il Geometra Inglese non l'avea sciolto che per metà.

L'anno 1720 fu fatto Lettore di Analisi: nel qual impiego ebbe l'onore d'essere udito da' più illustri Matematici dell'Italia. Con ciò trovossi maggiormente impegnato ad unire i privati studj dell'Algebra colle incombenze pubbliche della Patria. Nel primo tomo dell'Accademia dell'Instituto, nella cui fondazione ebbe gran parte, spiegò più diffusamente il suo metodo delle formole convertibili. Lo stesso metodo, e le altre opere del Manfredi formano una gran parte del terzo, e del quarto libro delle celebri Instituzioni Analitiche della Signora Agnesi: è questo il maggior elogio che possa farsi delle opere, e dell'Autore.

Nella terza parte del secondo tomo degli Atti dell' Accademia trattò il Manfredi delle equazioni differenziali, nelle quali le indeterminate già separate compongono le due parti dell'equazione, che sono frazioni razionali, e che non hanno radici reali nel denominatore, ma solamente immaginarie. Fece vedere che d'ordinario se ne può fare l'integrazione per soli archi circolari di una data tangente, e che, sparendo gli archi circolari, l'equazione può diven-

diventare puramente Algebraica: e a ciò arrivò egli per mezzo di alcuni assai semplici, e generali teoremi intorno alla tangente di un arco circolare, che sia la somma, o la differenza di qualunque numero di archi d'una data tangente. Sul fine della dissertazione dimostrò che un'equazione del quarto grado, che abbia tutte le radici immaginarie si può sempre dividere in due fattori reali della seconda dimensione.

Nel terzo tomo dell'Accademia insegnò la maniera di liberar le equazioni dalle quantità sorde, e radicali, o sia di ritrovare le formole reciproche delle equazioni irrazionali. Il calcolo per ritrovare i coefficienti è assai lungo, ma il metodo è semplicissimo. Dimostrò ancora l'uso del metodo principalmente con una nuova soluzione del famoso Problema, proposto già dal Marchese dell'Hôpital, e intorno a cui travagliarono Giovanni Bernoulli, e tant' altri, di assegnare il valore d' una frazione, nella quale, posto un certo valore delle variabili, il denominatore, e insieme il numeratore diventino eguali a zero. Finalmente trattò di alcune frazioni, nelle quali, con rendere razionale il denominatore, si può ottenere l'integrazione, o algebraicamente, o colle quadrature delle sezioni coniche.

Gli affari delle acque, che avevano da molto tempo occupato il Manfredi, occuparono poscia quasi interamente gli ultimi anni della sua vita. L' anno 1742 succedette al Fratello Eustachio nel peso della sopr' intendenza delle acque. L' ultimo viaggio di Roma, e la Visita delle Paludi Pontine indebolirono molto la sua salute. Poche ore prima di morire raccomandò la causa delle acque al Signor Eustachio Zanotti. Conservò sino agli estremi una presenza di spirito sempre uguale, filosofo senza vanità, cittadino benemerito della Patria, uomo di dolcissima conversazione, superiore alla maldicenza, e all' invidia, degno della memoria de' posteri, e sicuro di quella de' suoi amici.

INDI-

INDICE.

Del modo di regolare i Fiumi, e i Torrenti principalmente del Bolognese, e della Romagna.

ERRA-

pag.	lin.	*ERRATA*	*CORRIGE.*
jv.	20.	degli	gli.
viij.	21.	n'è	s'è.
14.	31.	Binuccini	Rinuccini.
37.	7.	le	ec.
41.	18.	S. Giacomo	S. Giovanni.
44.	2.	$5\frac{1}{3}$	3.
47.	2.	Fumi	Fiumi.
66.	18.	3	35.
75.	22.	tereni	terreni.
98.	31.	corrisponde	corrisponda.
103.	19.	$21\frac{1}{4}$	$21\frac{1}{2}$
109.	1.	due miglia	due miglia e $\frac{2}{5}$
142.	30.	diversi	diversivi.

1762.

Andamento del Pò di Primaro, E de' Fiumi della Pianura del Bolognese, e della Romagna.

con alcune Linee proposte.